

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
INGENIERIA EN AGRONOMIA TROPICAL



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA AGRÍCOLA EN
CONSERVACIÓN DE SUELOS PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO
CLIMÁTICO, ALDEA TZAMJUYUP, NAHUALÁ, SOLOLÁ.**

POR:

KEVIN MANOLO NORIEGA ELÍAS

201241929

MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ. MARZO, 2019.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
INGENIERIA EN AGRONOMIA TROPICAL



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA AGRÍCOLA EN
CONSERVACIÓN DE SUELOS PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO
CLIMÁTICO, ALDEA TZAMJUYUP, NAHUALÁ, SOLOLÁ.**

POR:
KEVIN MANOLO NORIEGA ELÍAS
201241929

MSc. CARLOS ANTONIO BARRERA ARENALES
ASESOR

MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ. MARZO, 2019.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE

M.Sc. Murphy Olimpo Paiz Recinos

Rector

Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo

Secretario General

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE
SUROCCIDENTE**

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano

Director

REPRESENTANTES DE PROFESORES

MSc. José Norberto Thomas Villatoro

Secretario

Dra. Mirna Nineth Hernández Palma

Vocal

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Ángel Estuardo López Mejía

Vocal

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel

Vocal

PEM. Y TAE. Rony Roderico Alonzo Solis

Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

MSc. Luis Felipe Arias Barrios
Coordinador Académico

MSc. Rafael Armando Fonseca Ralda
Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

Lic. Edin Anibal Ortiz Lara
Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Dr. René Humberto López Cotí
Coordinador de las Carreras de Pedagogía

M.Sc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

Ing. Agr. Héctor Rodolfo Fernández Cardona
Coordinador Carrera Ingeniería Agronomía Tropical

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

Lic. Marco Vinicio Salazar Gordillo
Coordinador Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales
Abogacía y Notariado

Lic. José Felipe Martínez Domínguez
Coordinador de Área

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

MSc. Tania Elvira Marroquín Vásquez
Coordinadora de las carreras de Pedagogía

Lic. Heinrich Herman León
Coordinador Carrera Periodista Profesional y
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

ACTO QUE DEDICO

A:

Dios: Por brindarme la vitalidad, salud y el apoyo de una familia amorosa que me ha apoyado durante mi recorrido en el diario vivir.

Mi abuela: Julia Gómez por ser la representación de mis padres durante mi desarrollo como ser humano y estudiante.

Mis Padres: Esaú Noriega y Amalia Elías por darme la vida y a través de su esfuerzo brindarme el apoyo y los medios necesarios para formarme en la vida como una persona de bien y de servicio para la sociedad.

Mis hermanos: Arlin Saúl Noriega Elías y Gretel Ivón Noriega Elías por brindarme siempre su apoyo moral e incondicional demostrándome que puedo ser mejor persona cada día.

Mis amigos: Ingeniero Pablo Yax López por haber sido más que un supervisor y jefe durante este peldaño académico, lo considero un gran ejemplo de vida, a los amigos y compañeros de la universidad, gracias por ser un pilar en esta etapa, los aprecio.

AGRADECIMIENTOS

AL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Por ser mi casa de estudio,

A mis catedráticos

Por compartir tan valiosos conocimientos en mi formación académica.

Al Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC)

Por haberme abierto las puertas para culminar una etapa en mi formación académica, en especial al programa Desarrollo de Capacidades y Divulgación M.A. Pablo Yax López, Ing. Luis Montufar, Ronal Pérez y Robín de León.

Al MSc. Carlos Antonio Barrera Arenales.

Por el apoyo brindado durante el desarrollo de esta fase académica como supervisor.

ÍNDICE

| Cuadro. | Contenido | Página. |
|---------|--|---------|
| I. | INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. | MARCO TEORICO..... | 3 |
| 1 | MARCO CONCEPTUAL..... | 3 |
| 1.1 | Cambio climático..... | 3 |
| 1.2 | Adaptación:..... | 3 |
| 1.3 | Resiliencia:..... | 3 |
| 1.4 | Antecedentes del proyecto Mecanismo de Transferencia de Tecnología del Cambio Climático (Mechanism for Climate Change Technology)..... | 4 |
| 1.5 | Uso del nivel en A..... | 6 |
| 1.6 | Uso de terrazas..... | 7 |
| 1.7 | Uso de barreras vivas..... | 8 |
| 1.8 | Variables que determinan la adopción tecnológica..... | 9 |
| 1.9 | Razones para realizar un estudio de adopción..... | 9 |
| 1.1 | Retroalimentación de información hacia la generación de tecnologías..... | 9 |
| 1.11 | Proveer información para políticas de créditos, mercado y coordinación interinstitucional..... | 10 |
| 1.12 | Análisis de los efectos de las tecnologías adoptadas..... | 10 |
| 1.13 | Criterios para delimitar el estudio de adopción..... | 10 |
| 1.14 | Tiempo de aplicación de la tecnología..... | 10 |
| 1.15 | La zona geográfica dónde se realizó el estudio..... | 10 |
| 1.16 | Tipo de productor(a) y sistema de producción..... | 11 |
| 1.17 | Definición de la muestra..... | 11 |
| 1.18 | Definición de las variables..... | 12 |
| 1.19 | Codificación de las respuestas..... | 12 |
| 1.2 | Diseño de las entrevistas..... | 13 |
| 1.21 | Formas de hacer el análisis e interpretación de los resultados..... | 13 |
| 1.22 | Uso de medidas en Guatemala..... | 14 |

| | | |
|--------|---|----|
| 1.23 | Algunas propuestas para medir el uso de tecnología agrícola..... | 14 |
| 1.24 | Erosión por salpicadura y erosión laminar..... | 15 |
| 1.25 | Erosión por surcos o en regueros..... | 16 |
| 1.26 | Erosión en barrancos o cárcavas..... | 17 |
| 1.27 | Toma de una muestra representativa..... | 17 |
| 1.28 | Profundidad de muestreo..... | 18 |
| 2 | MARCO REFERENCIAL..... | 18 |
| 2.1 | Información general de aldea del área de estudio..... | 18 |
| 2.2 | Administración..... | 19 |
| 2.3 | Descripción ecológica..... | 19 |
| 2.4 | Suelo..... | 20 |
| 2.5 | Hidrología..... | 23 |
| 2.6 | Flora Y Fauna..... | 23 |
| III. | OBJETIVOS..... | 24 |
| IV. | MATERIALES Y METODOS..... | 25 |
| 1 | Procedimiento para la evaluación de la adopción de la tecnología agrícola..... | 25 |
| 1.1 | Variables de estudio..... | 27 |
| 1.2 | Medición de las variables..... | 27 |
| 1.3 | Análisis de la información generada..... | 27 |
| 1.4. | Recursos..... | 28 |
| 1.4.1. | Recursos humanos..... | 28 |
| 1.4.2. | Recursos físicos..... | 28 |
| 1.4.3. | Recursos financieros..... | 28 |
| 2 | Procedimiento para identificar el impacto a nivel familiar de la población involucrada directa o indirecta por la conservación de suelos..... | 28 |
| 2.1. | Variables de estudio:..... | 29 |
| 2.2. | Medición de las variables..... | 29 |
| 2.3. | Análisis de la información generada..... | 29 |
| 2.4. | Recursos..... | 30 |

| | | |
|--------|--|----|
| 2.4.1. | Recursos humanos..... | 30 |
| 2.4.2. | Recursos físicos..... | 30 |
| 2.4.3. | Recursos financieros..... | 30 |
| 3 | Procedimiento para determinar la masa de suelo erosionado dentro de terrenos con y sin prácticas de conservación de suelos..... | 30 |
| 3.1. | Variables de estudio:..... | 33 |
| 3.2. | Medición de las variables..... | 33 |
| 3.3. | Análisis de la información generada..... | 33 |
| 3.4. | Recursos..... | 33 |
| 3.4.1. | Recursos humanos..... | 33 |
| 3.4.2. | Recursos físicos..... | 33 |
| 3.4.3. | Recursos financieros..... | 34 |
| V. | PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS..... | 35 |
| 1 | Evaluar la adopción de la tecnología agrícola en los beneficiarios del proyecto 2013..... | 35 |
| 1.1. | Síntesis:..... | 42 |
| 2 | Identificar el impacto a nivel de unidades familiares de la población involucrada directa o indirecta por la conservación de suelos..... | 43 |
| 2.1. | Síntesis:..... | 52 |
| 3 | ANÁLISIS DE LA EROSIÓN EN CUATRO LOCALIDADES..... | 53 |
| 3.1. | Síntesis:..... | 60 |
| VI. | CONCLUSIONES..... | 62 |
| VII. | RECOMENDACIONES..... | 63 |
| VIII. | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 64 |
| IX. | ANEXOS..... | 68 |

INDICE DE CUADROS

| Cuadro. | Contenido | Página. |
|---------|--|---------|
| 1 | Distancia entre obras de conservación de suelo en función del porcentaje de la pendiente..... | 8 |
| 2 | Distribución de la capacidad de uso de la tierra en el municipio de Nahualá..... | 21 |
| 3 | Descripción de los valores obtenidos referentes al índice de adopción..... | 27 |
| 4 | Clasificación de las características de los surcos y cárcavas..... | 31 |
| 5 | Fórmulas para la determinación de pérdidas de suelo..... | 31 |
| 6 | Glosario de palabras claves de la metodología para la determinación de pérdida de suelos..... | 32 |
| 7 | Uso de la tierra en los terrenos de trabajo..... | 35 |
| 8 | Número de personas entrevistadas y el nivel académico alcanzado según el género (femenino, masculino)..... | 37 |
| 9 | Análisis estadístico descriptivo sobre las prácticas de conservación y el índice de adopción alcanzado en un periodo de cuatro años..... | 40 |
| 10 | Prueba de medias de los índices de adopción en función de la perspectiva de los agricultores..... | 41 |
| 11 | Impacto de la conservación de suelos bajo la perspectiva de los agricultores..... | 44 |
| 12 | Rendimiento de maíz kg/ha con agricultura convencional y con conservación de suelos..... | 45 |
| 13 | Año en el que fueron visibles los cambios positivos en la producción de maíz..... | 46 |
| 14 | Excedentes en la producción de maíz generado por las prácticas de conservación de suelos..... | 46 |
| 15 | Capacidad alimentaria por terreno con producción de maíz..... | 47 |
| 16 | Perspectiva del agricultor en la alimentación familiar tras las prácticas de conservación de suelos..... | 47 |

| | | |
|----|---|----|
| 17 | Evaluación de la producción de maíz en kg / ha en aldea Tzamjuyup año 2017..... | 49 |
| 18 | Mejora de vivienda generada por el aumento de la producción en el cultivo de maíz..... | 50 |
| 19 | Impacto en la educación de los niños a raíz del aumento de la producción en el cultivo de maíz..... | 50 |
| 20 | Variables que determinan la medición del suelo erosionado con el método de VADEA..... | 53 |
| 21 | Resultados de la masa de suelo erosionado con el uso del método de VADEA..... | 54 |
| 22 | Variables acumuladas en un periodo de 30 días para la medición de erosión por flujo laminar en cuatro caseríos de aldea Tzamjuyup..... | 56 |
| 23 | Medición de erosión por flujo laminar con parcelas de escorrentia bajo cuatro coberturas en aldea Tzamjuyup en el año 2006..... | 57 |
| 24 | Análisis de varianza y prueba de medias para la variable precipitación en cuatro caseríos de aldea Tzamjuyup..... | 58 |
| 25 | Análisis de varianza y prueba de medias para la pérdida de suelo por flujo laminar en las ubicaciones evaluadas..... | 58 |
| 26 | Ponderación de los criterios a utilizar para evaluar el paquete tecnológico en manejo y conservación de suelos..... | 69 |
| 27 | Distribución de las familias por cada caserío de aldea Tzamjuyup..... | 81 |
| 28 | Terrenos necesarios para suplir las necesidades alimenticias por familia en comparación con los terrenos en uso actual para producción de maíz..... | 81 |

INDICE DE FIGURAS

| Figura | Contenido | Página. |
|---------------|--|----------------|
| 1 | Gira de campo con los participantes del diplomado 2013, a) Interacción de participantes dentro del cultivo de maíz en dobla, b) participantes en capacitación de campo y c) participantes dentro de cultivo de maíz en etapa de desarrollo..... | 5 |
| 2 | Terrazas implementadas en el año 2013 en caserío Chuichá, a) Terraplén, b) talud, c) barrera viva en asocio con materia organica en descomposición..... | 6 |
| 3 | Trazo de curvas a nivel con los métodos; a) método aparato A, b) método del brazo..... | 7 |
| 4 | Precipitación de una gota y el impacto al golpear el suelo..... | 16 |
| 5 | Tipos de erosión hídrica 1) erosión por salpicadura, 2) erosión laminar, 3) erosión por surcos y cárcavas, 4) erosión en bancos aluviales..... | 17 |
| 6 | Ubicación de aldea Tzamjuyup, Nahualá, Sololá..... | 18 |
| 7 | Mapa de temperatura promedio del municipio..... | 20 |
| 8 | Mapa de capacidad de uso de la tierra Nahualá..... | 21 |
| 9 | Mapa de la distribución del uso de la tierra en el municipio de Nahualá..... | 22 |
| 10 | Mapa de intensidad de uso del suelo en Nahualá, Sololá..... | 22 |
| 11 | Mapa de la precipitación promedio pluvial para el municipio de Nahualá..... | 23 |
| 12 | Fórmulas de muestreo aleatorio estratificado para estimar una proporción..... | 26 |

| | | |
|----|---|----|
| 13 | Fórmula para determinar el porcentaje de adopción de una tecnología..... | 27 |
| 14 | Distribución del uso de cultivos agrícolas (%) en el área de trabajo de los agricultores en los caseríos en estudio..... | 35 |
| 15 | Número de personas que conforman las unidades familiares de los entrevistados distribuidos por rango de edades..... | 36 |
| 16 | Nivel académico alcanzado por género (femenino, masculino) por los entrevistados en el estudio..... | 37 |
| 17 | Aplicación de conocimientos adquiridos por la transferencia de tecnología en contraste con al género (masculino, femenino) de los entrevistados en estudio..... | 38 |
| 18 | Prácticas de conservación que realizan los agricultores entrevistados..... | 39 |
| 19 | Prácticas de conservación y media del índice de adopción alcanzado por parte de los agricultores entrevistados..... | 40 |
| 20 | Práctica de conservación con Terrazas y Barreras vivas en caserío Pacachelaj, Tzamjuyup..... | 42 |
| 21 | Entrevista (entrevistado y entrevistador) de las prácticas de conservación; terrazas y barreras vivas en caserío Pacamán, Tzamjuyup..... | 42 |
| 22 | Actualización de las áreas con prácticas de conservación de suelo.. | 44 |
| 23 | Distribución de los terrenos de producción y su relación con el número de habitantes por familia de los agricultores entrevistados... | 48 |
| 24 | Replicación de prácticas de conservación de suelos con comunitarios de aldea Tzamjuyup..... | 51 |

| | | |
|----|---|----|
| 25 | Prácticas de conservación replicadas por la influencia de las acciones del ICC & ADRI..... | 51 |
| 26 | A) Surco de escorrentía formado dentro del cultivo de maíz sin práctica de conservación de suelos, B) Medición de la altura del surco de erosión en la estructura terrazas. Ambas en aldea Chuichá, Tzmjuyup..... | 55 |
| 27 | Distribución de las parcelas para medición de erosión por flujo canalizado y laminar..... | 55 |
| 28 | Fosforo intercambiable Kg/ha en las localidades en estudio relacionadas al efecto de la conservación de suelos..... | 59 |

SUMMARY

Adaptation to climate change is a difficult subject to highlight, but in this specific case, the Nahualá basin was taken as a delimitation of the planning, execution and evaluation of activities to achieve adaptation, so in the year 2012-2013 implements the project "Towards a production of corn and beans adapted to climate variability and change: adaptation practices for climate threats in Guatemala" carried out in eight villages located around the village of Tzamjuyup, Nahualá, Sololá. This project was left unfinished due to the lack of follow-up evaluations and therefore the importance of this study on the impact reached in the social and economic scope at basin level and families that are part of the study area.

Geographically, the hamlets under study are characterized by being in hillside areas where they were initially trained on the following practices: sloping bench terraces, live barriers, dead barriers, level curves and stubble management.

For the research, three objectives were proposed; 1) Evaluate the adoption of agricultural technology in the beneficiaries of the 2013 project in soil conservation, 2) identify the impact at the level of family units of the population directly or indirectly involved in soil conservation, 3) determine the mass of soil eroded within lands with and without soil conservation practices.

The methodology used two types of surveys, one applied for direct beneficiaries and another for indirect beneficiaries to the project in question, the analysis of the information was made through the SPSS program and Infostat, for the interpretation graphs and tables were used.

The results obtained are; a) acceptable practices with opportunities for improvement (0.75 - 1): stubble management, dead barriers and live barriers, b) in the average adoption index with attrition alert (0.5- 0.75) level curves. The impact of the transfer of agricultural technology promoted by the ICC has reached 8.16% of the indirect population under study. An increase of 4.15 ha was quantified in relation to those quantified in 2013 of 0.48 ha.

This investigation provided the following recommendations as a guideline; a) To improve adoption rates, the ICC & ADRI entities should continue to intervene in the farmers through practical training, through workshops, demonstration plots and a nursery where the elderberry materials can be reproduced (*Sambucus* sp.) and / or false poa (*Holcus Lanatus*) to be used as incentives in the farmers and that these be used in the other extensions of land, since the use of live barriers is a practice accepted by the interviewees in 88.6%. b) ICC & ADRI should consider promoting income diversification in farmers through the use of permanent crops such as fruit and timber, since this presents an alternative in the medium term to reduce soil tillage and improve the rate of economic income for families. c) Applied research should be generated so that over time the technological packages for corn cultivation (improved seeds, planting densities, integrated crop management, among others) are improved and soil conservation is more efficient. d) Apply VADEA at observation points to generate and compare information with previous years in soil conservation structures.

RESUMEN

La adaptación al cambio climático es un tema difícil de evidenciar, pero en este caso concreto, se tomó la cuenca de Nahualá como una delimitación de la planificación, ejecución y evaluación de actividades para lograr la adaptación, por eso en el año 2012-2013 se implementa el proyecto **“Hacia una producción de maíz y frijol adaptada a la variabilidad y cambio climático: prácticas de adaptación para las amenazas climáticas en Guatemala”** realizado en ocho caseríos que se localizan alrededor de la aldea Tzamjuyup, Nahualá, Sololá. Dicho proyecto quedó inconcluso debido a la falta de evaluaciones de seguimiento y por ende surge la importancia de este estudio sobre el impacto alcanzado en el ámbito social y económico a nivel de cuenca y familias que forman parte del área de estudio.

Geográficamente los caseríos en estudio se caracterizan por estar en zonas de ladera donde inicialmente se capacitó sobre las prácticas, siguientes: terrazas de banca inclinada, barreras vivas, barreras muertas, curvas a nivel y manejo de rastrojos.

Para la investigación se plantearon tres objetivos; 1) Evaluar la adopción de la tecnología agrícola en los beneficiarios del proyecto 2013 en conservación de suelos, 2) identificar el impacto a nivel de unidades familiares de la población involucrada directa o indirecta por la conservación de suelos, 3) determinar la masa de suelo erosionado dentro de terrenos con y sin prácticas de conservación de suelos.

En la metodología se utilizaron dos tipos de encuestas, una aplicada para beneficiarios directos y otra para beneficiarios indirectos al proyecto en mención, el análisis de la información se realizó a través del programa SPSS e Infostat, para la interpretación se utilizaron gráficas y cuadros.

Los resultados obtenidos son; a) prácticas aceptables con oportunidades de mejora (0.75 – 1): manejo de rastrojos, barreras muertas y barreras vivas, b) en el índice adopción media con alerta de deserción (0.5- 0.75) curvas a nivel. El impacto de la transferencia de tecnología agrícola promovida por el ICC ha alcanzado al 8.16 %

de la población indirecta en estudio. Se cuantificó un incremento de 4.15 ha en relación a las cuantificadas en el año 2013 de 0.48 ha.

Esta investigación brindó como pauta las siguientes recomendaciones; a) Para mejorar los índices de adopción, las entidades ICC & ADRI deben continuar con la injerencia en los agricultores a través de capacitaciones prácticas, por medio de talleres, parcelas demostrativas y un vivero donde se puedan reproducir los materiales de sauco (*Sambucus sp.*) y/o falsa poa (*Holcus Lanatus*) para ser utilizados como incentivos en los agricultores y que estos se utilicen en las demás extensiones de terrenos, ya que el uso de barreras vivas es una práctica aceptada por los entrevistados en un 88.6 %. b) ICC & ADRI deben considerar promover en los agricultores la diversificación de ingresos a través del uso de cultivos permanentes como frutales y maderables ya que esto a mediano plazo presenta una alternativa para reducir la labranza del suelo y mejoraría la tasa de ingresos económicos por familias. c) Se debe generar investigación aplicada para que en el tiempo se mejoren los paquetes tecnológicos para el cultivo de maíz (semillas mejoradas, densidades de siembra, manejo integrado del cultivo, entre otras) y sea más eficiente la conservación de suelos. d) Aplicar VADEA en los puntos de observación para generar y comparar información con años anteriores en las estructuras de conservación de suelos.

I. INTRODUCCIÓN

Esta investigación tuvo como propósito determinar el impacto de las acciones que el Instituto Privado de Investigación Sobre el Cambio Climático (ICC) ha generado en aldea Tzamjuyup, Nahualá, Sololá en el año 2012-2013, desde que se implementó el proyecto de Transferencia de Tecnología Agrícola (TTA) denominado: “Mecanismo de Transferencia de Tecnología del Cambio Climático” con fondos del programa Desarrollo Resiliente al Cambio Climático (Climate Change Resilience Development).

Dicha investigación se ejecutó con 79 agricultores los cuales formaron parte de los beneficiarios directos del proyecto en mención, de ellos, 77 brindaron información a través de encuestas estructuradas, siendo 73 agricultores quienes en la actualidad reportan estar realizando alguna práctica enfocada a conservación de suelos. Además, se estudió el efecto de adopción con otros agricultores que no fueron beneficiarios del proyecto en el año 2012-2013.

Para determinar el impacto que las acciones han generado en el grupo investigado, en el análisis se tomó como respuesta el impacto en el rendimiento de maíz debido a que del uso total de tierra se definió que el 52% se emplea para dicho cultivo, dentro de este valor, el 38% poseen prácticas de conservación de suelos. Esto supera el 7.7% presentado por Perechú en el año 2014; lo que significa que se ha dado avance en el mejoramiento de los suelos.

Los impactos analizados fueron a nivel de familias en relación a las prácticas de conservación de suelos aplicadas en los terrenos con cultivo de maíz y el efecto que se ha generado sobre la seguridad alimentaria, mejora de vivienda y educación. De esto se determinó que los índices medios de adopción para las prácticas de conservación de suelos son; aceptables con oportunidad de mejora (0.75 – 1) ya que estos fueron de 0.85 para el manejo de rastrojos, 0.85 barreras muertas, 0.82 barreras vivas, 0.81 terrazas de banca inclinada. Adopción media con alerta de deserción (0.5 – 0.75) para la práctica de curvas a nivel 0.74.

Se realizaron dos análisis de erosión con el uso de las herramientas VADEA (Valoración del Daño por Erosión Actual) y clavos de erosión, en cuatro ubicaciones; Pacachelaj, Tzamjuyup, Sacasiguán y Chuichá, donde se realizaron prácticas de conservación de suelos, en comparación con terrenos aledaños donde no se realizaron dichas prácticas. Los resultados obtenidos fueron; una tasa de erosión de 1.1 a 75.9 Tn/ha durante la investigación.

La información y el conocimiento que se generó a través de esta investigación en los ocho caseríos en estudio, podrá ser utilizada en futuros proyectos de transferencia de tecnología agrícola que pueda promover el ICC y/o instituciones que trabajan en temáticas relacionadas, lo que permitirá un mejor uso de los recursos; naturales, físicos y humanos.

II. MARCO TEORICO

1 MARCO CONCEPTUAL

1.1 Cambio climático.

Es la variación del estado del clima, identificable mediante pruebas estadísticas en las variaciones medias o en la variabilidad de sus propiedades que persiste durante largos periodos de tiempo generalmente decenios o periodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos o forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmosfera o del uso del suelo. La convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en su artículo 1, define el cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altere la composición de la atmosfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada en periodos de tiempo comparables”. (IPCC, 2014)

1.2 Adaptación:

Proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos en los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar o evitar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En algunos sistemas naturales la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y a sus efectos. (IPCC, 2014)

1.3 Resiliencia:

Capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales de afrontar un suceso, tendencia o perturbación peligrosa respondiendo u organizándose de modo que mantengan su función esencial, su identidad y su estructura. Conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación. (IPCC, 2014)

1.4 Antecedentes del proyecto Mecanismo de Transferencia de Tecnología del Cambio Climático (Mechanism for Climate Change Technology)

En el año 2012 se presentó una propuesta dentro del marco CCRD Desarrollo Resiliente al Cambio Climático (Climate Change Resilience Development) con el propósito de crear tecnología para cambio climático, específicamente para los cultivos de maíz y frijol. Esta iniciativa consistió en desarrollar un mecanismo de transferencia de tecnología para productores de granos básicos en la vertiente del Pacífico de Guatemala. Sus objetivos específicos se enfocaron en crear una cartera de prácticas de adaptación al cambio climático para el sector agropecuario. Facilitar la transferencia de tecnología y el desarrollo de capacidades para la adaptación ante el fenómeno cambio climático. (ICC, 2013).

El proyecto obtuvo como meta el apoyar a 360 beneficiarios directos de los cuales 160 de origen indígena ubicados en tierras altas en el municipio de Nahualá y parramos Chimaltenango, con la espera de que existiera un número de beneficiarios indirectos debido a la difusión de resultados a través de la creación de un mecanismo que sirviera de referencia para el sector agropecuario y que pudiese ser replicable para otros cultivos y en otros ámbitos geográficos tanto en Guatemala como en el resto de Centroamérica. (ICC, 2013).

Para ello se implementaron sesiones participativas; capacitaciones y giras de intercambio de experiencia, recolección de datos en campo; grupos de trabajo y sesiones de análisis. (ICC, 2013).

Como parte de este proyecto en el año 2013 se implementó un diplomado denominado **“Hacia una producción de maíz y frijol adaptada a la variabilidad y cambio Climático: Prácticas de adaptación para las amenazas climáticas en Guatemala”** un proceso de “transferencia de tecnología” en adaptación al cambio climático hacia agricultores manteniendo el enfoque dentro del marco CCRD en las localidades propuestas durante el año 2012. Los objetivos del diplomado fueron: a) Fortalecer los conocimientos de los productores de maíz y frijol en cambio climático; b) Construir conocimientos técnico-científicos sobre gestión de riesgo de desastres;

c) Fortalecer los conocimientos en medidas de adaptación al cambio climático en base a las amenazas climáticas que afectan la producción de los cultivos en cada sitio siendo Nahualá uno de los sitios beneficiados. (ICC, 2013).

El diplomado tuvo una duración de 36 horas de capacitación distribuidas en seis sesiones, tres capacitaciones, dos giras locales y una gira de campo a otros municipios para conocer las prácticas de adaptación al cambio climático implementadas por otros proyectos como se visualiza en la figura uno. El diplomado obtuvo una respuesta de 483 personas de las cuales 104 pertenecían al municipio de Nahualá de los cuales 61 aprobaron el proceso. (ICC 2013)



Figura 1. Gira de campo con los participantes del diplomado 2013, a) interacción de participantes dentro del cultivo de maíz en dobla, b) participantes en capacitación de campo, c) participantes dentro de cultivo de maíz en etapa de desarrollo.

Fuente: ICC (2013)

De los participantes presentados en la figura uno, 61 personas aprobaron el diplomado, de ellos, 51 personas estuvieron dispuestas a generar y mantener acciones relacionadas al manejo de conservación de suelos con fines de mantener una producción de granos básicos sustentables manteniendo el enfoque de adaptación ante amenazas del cambio climático. Según (entrevista con el Coordinador Pablo Yax 2017) una de las metas de estas acciones fue el de generar en las personas beneficiarias el empoderamiento y replicación de estas medidas en el tiempo manteniendo una producción sustentable a mediano y largo plazo. Se implementaron estructuras demostrativas de conservación como se observa en la figura dos, esto para incentivar a los agricultores a implementarlas en sus terrenos.



Figura 2. Terrazas implementadas en el año 2013 en caserío Chuichá, a) Terraplén, b) talud, c) barrera viva en asocio con materia orgánica en descomposición.

Fuente: Alarcón (2013)

1.5 Uso del nivel en A

Las curvas a nivel en laderas de cultivo son líneas o trazos imaginarios que tienen la misma altura en cualquier punto de la pendiente

Para construir un Aparato A se necesita lo siguiente:

- Dos palos de aproximadamente dos metros de largo para las patas.
- Un palo de 1.50 m de largo para el travesaño.
- Una pequeña piedra amarrada con una cuerda a la parte superior del Aparato A, que será la que nos dé el nivel del suelo.

Se elige un punto X en la parte alta de un extremo del terreno. Allí se clava una estaca para que sirva de referencia a la primera curva a nivel. En este punto se sitúa una de las patas del nivel A. Se mueve la otra pata en sentido lateral, hasta tocar

un punto en el suelo que coincida con la marca central trazada en el travesaño del aparato A. En ese punto se coloca otra estaca, Desde la segunda estaca se sigue moviendo en forma lateral el nivel A, como si se tratara de un compás, hasta hacer coincidir un nuevo punto de nivel en el suelo. Allí se planta una nueva estaca.

Este proceso se repite a lo largo de toda la curva y en todo el terreno de cultivo, hasta trazar todas las curvas donde se construirán las obras de CSA seleccionadas.

El trazo de las curvas se presenta en la figura tres.

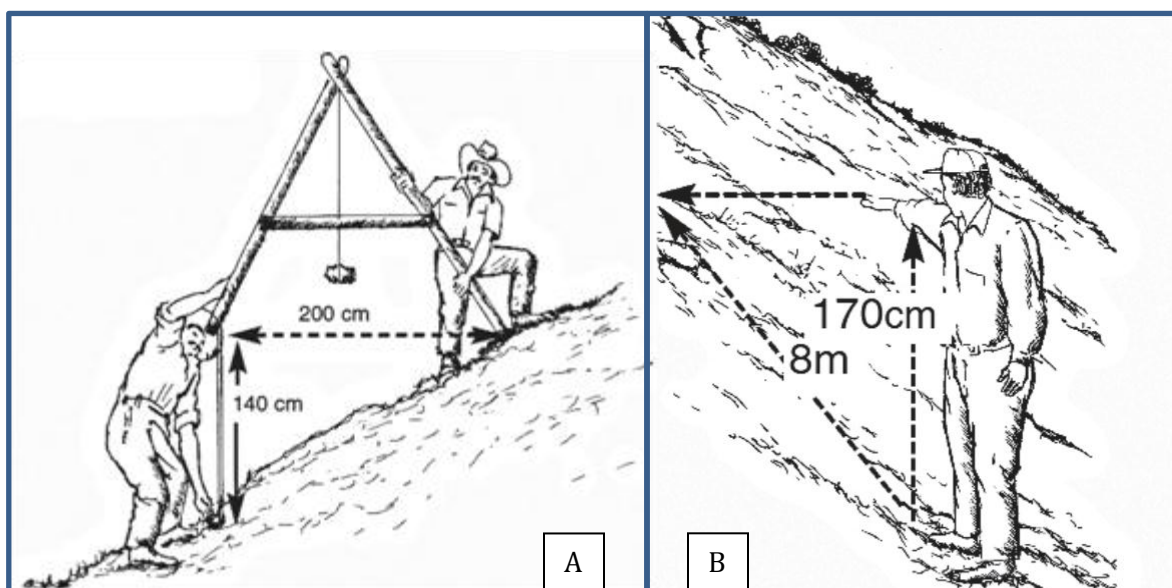


Figura 3. Trazo de curvas a nivel con los métodos; A) método aparato A. B) método del brazo.

Fuente: IICA (1999)

1.6 Uso de terrazas.

Los proyectos de terrazas agrícolas deben contemplar la propiedad entera, un grupo de propiedades o hasta la micro cuenca hidrográfica, en la cual están localizadas las propiedades agrícolas, para que la construcción de las terrazas en cualquier parte, pueda ser integrada al sistema general, sin problemas ni gastos innecesarios. En este aspecto no se debe excluir la posibilidad de una redistribución de las áreas agrícolas, cercos y caminos para adecuar su arreglo a los preceptos de utilización adecuada del suelo y de la administración agrícola. Para ello se debe realizar el estudio del área a ser terraceda ya que una vez constatada la necesidad de la construcción de terrazas para la protección de un área, se debe realizar un estudio

previo que considere el uso actual, observando la naturaleza del suelo; las depresiones naturales o locales para la construcción de canales escurrideros artificiales; el escurrimiento de aguas en áreas vecinas, en caminos o en cárcavas; la pendiente y longitud del declive: la presencia de surcos de erosión o cárcavas; la localización de los caminos y las informaciones sobre el régimen pluviométrico de la región. Antes de ser ejecutada cualquier práctica conservacionista de prevención de la erosión, se debe proceder a uniformar el área; o sea, por medio del uso de motoniveladoras, gradas, arados, instrumentos de tracción animal o manual para tapar huecos, cunetas, surcos provocados por la erosión, retirar tocones o raíces o hasta eliminar el antiguo sistema de terraceo (FAO, 2000).

1.7 Uso de barreras vivas.

Las barreras vivas son hileras de plantas sembradas a poca distancia en curvas de nivel, con el objetivo de conservar el suelo y protegerlo de la erosión. Se pueden construir de: madero negro, leucaena, gandul, King grass, valeriana o vetiver, piña, caña de azúcar, zacate napier o Taiwán, zacate limón, piñuela, entre otros. la información de los distanciamientos correctos para el uso de las barreras vivas se observa en el cuadro uno

Cuadro 1. Distancia entre obras de conservación de suelo en función del porcentaje de la pendiente.

| Obras de conservación de suelo según la pendiente | Pendiente suave hasta 15% | Pendiente moderada 15 – 30 % | Pendiente fuerte 30 – 50% |
|---|---------------------------|------------------------------|---------------------------|
| barreras vivas | 15 – 30 metros | 10 – 15 metros | 4 – 10 metros |
| barreras muertas | 10 – 20 metros | 6 – 10 metros | 4 – 6 metros |
| acequias | 10 – 20 metros | 8 – 10 metros | 6 – 8 metros |
| diques de 1 metro | 4 - 12 metros | 2 – 4 metros | 1.3 – 2 metros |

Fuente: IICA (1999)

Como se observa en el cuadro uno, para que las barreras vivas puedan cumplir con su objetivo, deben mantenerse los distanciamientos correctos y que con ello puedan reducir la velocidad del agua dividiendo la ladera en pendientes más cortas. Sirven también como filtro, captando sedimentos que van en el agua de escurrimiento. Para

lograr este resultado se colocan rastrojos o el material de poda de los árboles al lado superior de la barrera.

1.8 Variables que determinan la adopción tecnológica.

La adopción tecnológica es un proceso de apropiación que considera el cambio cognoscitivo como prerrequisito. Además, la tecnología se adopta por su relevancia, las variables influyentes en la adopción son 1) cambio cognoscitivo, 2) nivel de cosmopolitismo, 3) contacto con instituciones agropecuarias, 4) participación en proyectos externos, 5) contacto con distribuidores de insumos, 6) edad, 7) escolaridad, 8) actitud hacia la innovación, 9) exposición a medios de comunicación, 10) ingreso extra finca, 11) nivel de vida, 12) nivel de capacitación, 13) recursos económicos disponibles, 14) relación con agentes de cambio, 15) hectáreas cultivadas, 16) ambiente agroclimático, 17) años de vivir en la zona de residencia, y 18) relevancia de la tecnología. (PASOLAC, 2006)

1.9 Razones para realizar un estudio de adopción.

(PASOLAC, 2006) indica que los resultados de un estudio de adopción deben proveer información para diferentes niveles y usuarios. Existen varias razones para realizar un estudio de adopción

1.10 Retroalimentación de información hacia la generación de tecnologías.

La generación de nuevas tecnologías debe partir de la demanda de los productores(as). Los estudios de adopción pueden brindar información sobre las ventajas y desventajas de las tecnologías promovidas, así como también los cambios que los productores(as) han hecho a las tecnologías (raramente se adopta una tecnología sin adaptarla) y las razones de esos cambios. Esta información le puede servir a los centros de generación de tecnología para hacer los ajustes necesarios (PASOLAC, 2006)

1.11 Proveer información para políticas de créditos, mercado y coordinación interinstitucional.

En muchos casos, los estudios de adopción demuestran que el factor limitante para el uso de las tecnologías, es el acceso a insumos o mercados para comercializar los productos. Esta información debe servir para incluir este aspecto en la transferencia de la tecnología (por ejemplo incluir un esquema de crédito, proveer información sobre mercado de productos, etc.). (PASOLAC, 2006)

1.12 Análisis de los efectos de las tecnologías adoptadas.

Se pueden realizar estudios de adopción enfocados a conocer directamente los efectos y beneficios que los productores(as) han obtenido por el uso de determinadas tecnologías. Sin embargo, un análisis detallado de los efectos de las tecnologías MSSA implica un estudio más amplio y muchas veces se incorpora este aspecto en los estudios de impacto (PASOLAC, 2006)

1.13 Criterios para delimitar el estudio de adopción.

La selección de las tecnologías, los conocimientos sobre el proceso de su transferencia y el objetivo, permiten delimitar el estudio de adopción, utilizando los siguientes criterios:

1.14 Tiempo de aplicación de la tecnología.

El tiempo para que una tecnología implementada pueda considerarse adoptada, depende del tipo de tecnología y productor(a). La adopción de una nueva variedad de un cultivo anual, puede darse después del primer ciclo de cultivo. Para las tecnologías MSSA y cultivos perennes, habrá que esperar más tiempo para conocer su adopción. En estos casos, un estudio de adopción es generalmente oportuno 2 a 4 años después que el productor(a) implementó la tecnología (PASOLAC, 2006)

1.15 La zona geográfica dónde se realizó el estudio.

Una vez definidos los criterios de adopción con base al tiempo, se procede a la selección de la zona dónde se realizará el estudio. En un principio, se debe seleccionar la zona que cubrió el proceso de la transferencia de la tecnología bajo estudio, es decir la zona donde potencialmente puede haber adopción de las

tecnologías Implica excluir zonas que no reúnen condiciones para la adopción. Por ejemplo, si la recomendación técnica para el uso de una leguminosa como abono verde, fue para suelos en pendientes no mayores de 30% y por lo menos 30 cm de profundidad, se debe excluir zonas que no cumplen con estas recomendaciones. El estudio se puede realizar en una sola zona que presenta condiciones similares o zonas con algunas diferencias. Si es probable que estas diferencias influyan en la adopción de una tecnología, se debe incluir la zona como factor en el análisis (PASOLAC, 2006)

1.16 Tipo de productor(a) y sistema de producción.

La selección apropiada de productores(as) a entrevistar, es crucial para obtener resultados representativos y confiables de un estudio de adopción. De igual manera, para la selección de la zona, se debe enfocar la encuesta hacia quienes potencialmente pueden acceder y luego adoptar la tecnología. Esto depende de las características del productor(a) y su sistema de producción. Por ejemplo, si la tecnología bajo estudio es pasto mejorado, no tiene sentido entrevistar a los que no tienen ganado. Sin embargo, al incluirlos a todos en la entrevista, el número normalmente sería demasiado grande, razón por la cual se selecciona una muestra representativa para la encuesta. (PASOLAC, 2006)

1.17 Definición de la muestra.

Para realizar un estudio de adopción de tecnologías de MSSA, difícilmente se podrá entrevistar a toda la población en una zona que potencialmente puede adoptar una tecnología. Es necesario trabajar con una muestra de esa población. A menudo, la selección de productores(as) a entrevistar se hace con pocos criterios previamente definidos, lo que perjudica la objetividad del estudio. Es decir, puede haber una tentación de escoger los productores “estrellas” y/o los que viven más cerca de la carretera, lo que puede resultar en una adopción exagerada dando una imagen falsa de la realidad. Al definir la muestra, es necesario garantizar que todos los productores(as) tengan la misma oportunidad de ser seleccionados.

A menudo surge la pregunta ¿en un estudio de adopción, se debe tomar en cuenta únicamente los productores(as) directamente atendidos por la entidad u organización en el proceso de transferencia de una nueva tecnología, o más bien la población meta total que puede adoptar la tecnología? Normalmente se toma en cuenta lo anterior. El estudio de adopción considera la población meta total con potencial de adoptar la tecnología (PASOLAC, 2006)

1.18 Definición de las variables.

Para diseñar una encuesta, es crucial definir primero que tipo de información se pretende recoger en las entrevistas. No hay una receta de cuantas variables hay que incluir ya que depende de la naturaleza de las tecnologías y objetivo del estudio. Sin embargo, la experiencia demuestra que a menudo existe la tendencia de recoger mucha información, en encuestas grandes, que luego es poco relevante para la explicación de la adopción. Además, entrevistas que sobrepasan una o dos horas normalmente son poco apreciadas por los productores(as). Para definir las variables a incluir, es útil diferenciar entre factores (o patrones de adopción = variables independientes) que ayudan a explicar el grado de adopción, e información directa sobre la adopción (número de productores(as) adoptadores(as) y área de aplicación = variables dependientes (PASOLAC, 2006)

1.19 Codificación de las respuestas.

Es conveniente identificar opciones de respuestas que se obtendrán muy probablemente de los productores(as) durante las entrevistas y pre-codificarlas para facilitar el llenado de la encuesta y luego el análisis estadístico (por ejemplo, frecuencia de mención; ver capítulo IV). La codificación implica asignar valores (códigos) a datos no numéricos o cualitativos o categorías de ellos (ellas). Por ejemplo:

-Sexo (dato no numérico): 1 = hombre, 2 = mujer,

-fertilidad de suelo (dato cualitativo): 1 = muy bueno; 2 = bueno; 3 = moderado; 4 = bajo,

-nivel (categorías) de ingreso: 1 = muy bajo (< de 500\$/año); 2 = bajo (500-1500 \$/año), 3= mediano (1500-3000 \$/año), 4 = alto (> 3000 \$/año).

Requiere que la encuesta contenga opciones relevantes que permitan al entrevistador(a) atribuir la respuesta del productor(a) a una opción de la encuesta, es necesario que todas las opciones de respuestas de determinada pregunta pertenezcan a la misma categoría y sean excluyentes entre sí. El siguiente ejemplo sencillo demuestra un error cometido frecuentemente:

Pregunta: ¿qué tipo de fertilizante utiliza en el cultivo de papa?

Respuestas:

1 = ninguno.

2 = abono orgánico.

3 = bocashi.

4 = lombri-compost.

5 = gallinaza.

6 = fertilizante químico.

1.20 Diseño de las entrevistas.

Las entrevistas tienen que ser bien organizadas. Antes de ir al campo, es necesario planificar el tiempo, seleccionar rutas, distribuir las entrevistas entre los encuestadores y organizar el transporte. Es conveniente realizar las entrevistas en parejas de encuestadores. Una persona hace las preguntas y la otra registra la información. Es muy importante verificar al inicio, que el productor(a) conoce el propósito de la entrevista para que no se sienta evaluado(a). Nunca se logrará obtener información de buena calidad, si el productor(a) no se siente en confianza con los encuestadores, lo que tiene que ver mucho con la actitud apropiada por parte de ellos(as). En la medida de lo posible, las encuestas se deberán llenar en la parcela donde el productor(a) aplica la práctica lo que permite observar, entender y de cierta medida también verificar mejor las respuestas. Cada encuesta deberá tener un número único que facilita la identificación del productor(a) durante el análisis (PASOLAC, 2006)

1.21 Formas de hacer el análisis e interpretación de los resultados.

La información deberá ser analizada mediante una combinación entre el análisis de los propios productores(as) y comparaciones estadísticas, de manera que por

medio del análisis estadístico se logre identificar la relación entre dos o más variables y a través del análisis de los productores(as) se identifique el nivel de influencia de una variable sobre la otra, pudiéndose hacer los análisis siguientes:

- Tablas de contingencia Datos continuos (numéricos): ANDEVA simple
- Datos no continuos (no paramétricos): regresión logística

Estos tipos de análisis se realizan de una manera ágil utilizando el sistema de análisis estadístico SPSS u otros (PASOLAC, 2006)

1.22 Uso de medidas en Guatemala.

El uso de la vara cuadrada es una antigua medida que aún persiste en Guatemala, para realizar la conversión a metros cuadrados es necesario saber el factor de conversión y multiplicarlo por el número de varas cuadradas que indica la inscripción registral. Formula de conversión: Número de varas cuadradas X 0.698739 (factor de conversión) = total en metros cuadrados. Ejemplo: Una finca expresa que mide 3,250 varas cuadradas, entonces multiplicamos 3,250 por el factor de conversión 0.69739, el resultado de lo que mide la finca sería en total 2,270.9018 metros cuadrados. (Menocal Villagran, 2011)

Aunque el país adoptó el sistema internacional de unidades (SIU) hace casi 100 años de manera oficial, en el mercado local no se aplican esas medidas que ya se utilizan en todos los países del mundo, reconocieron ayer expertos del Centro Nacional de Metrología (Cename) En el país se utilizan varios tipos de medidas, pero son los guatemaltecos los que se han resistido al cambio, puesto que se sigue comprando en libras, por manojo y hasta por mano en los mercados, indicó Érik Alvarado, jefe del Cename. (Ramírez, 2016)

El valor de producción en Guatemala para el área agrícola se mide en libras y quintales cuya referencia en kilogramos es de 1 libra= 0.4545 kg, 100 libras = 1qq (quintal) = 45.4 kg. (Voorend, Anker, & Anker, 2018)

1.23 Algunas propuestas para medir el uso de tecnología agrícola.

Los autores que han hecho propuestas para medir o evaluar el uso de tecnología agrícola por parte de los productores se pueden clasificar en dos grandes

corrientes. El primer grupo emplea el criterio de eficiencia para medir el uso de tecnología, relacionando los resultados de la investigación solamente con los costos y recursos usados para generar aquélla; en esencia, su propuesta se basa en medir la productividad que tienen los directivos e investigadores agrícolas por medio de productos y patentes creadas, así como por la producción bibliométrica generada, el principal exponente de este método es el Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional (ISNAR), que propone el Sistema de Evaluación del Desempeño Organizacional (OPAS) para un público formado por directores y personal de los institutos de investigación con el propósito de mejorar el funcionamiento de las organizaciones agrícolas de investigación y de desarrollo rural (Peterson et al., 2003). Para el ISNAR, la capacidad para evaluar y demostrar el desempeño organizacional constituye un punto clave para el desarrollo de la mayor parte de las instituciones de investigación agropecuaria. El desempeño organizacional se define como la capacidad que posee una organización para utilizar sus recursos de manera eficiente y producir resultados coherentes con sus objetivos y de relevancia para sus usuarios. En el caso específico de las organizaciones de investigación agropecuaria, este desempeño se refiere en especial a la necesidad de generar tecnologías de utilidad para productores y la agroindustria, y contribuir de esta manera a la innovación agropecuaria para mejorar la producción y la productividad. Sin embargo, como ya se dijo, su propuesta de evaluación se reduce a medir la productividad que tienen los directivos e investigadores agrícolas por productos y patentes creadas, así como por la producción bibliométrica generada, soslayando la cuantificación del impacto social que tiene la tecnología generada entre los potenciales usuarios de las innovaciones tecnológicas (Damián Huato, 2009)

1.24 Erosión por salpicadura y erosión laminar.

El primer paso en el proceso de erosión hídrica comienza por las gotas de lluvia que impactan la superficie con una energía suficiente para desplazar partículas de

material sin consolidar, dando lugar al proceso denominado erosión por salpicadura. La cual se presenta en la figura cuatro.



Figura 4. Precipitación de una gota y el impacto al golpear el suelo.
Fuente: UNESCO 2009.

En la figura cuatro se observa el impacto de la gota de lluvia sobre el suelo, sin embargo, existen factores que influyen en este proceso como; la duración, la intensidad y frecuencia de las precipitaciones. Estas logran la remoción de capas delgadas y uniformes de suelo sobre toda el área, produciendo lo que se denomina como erosión laminar al respecto, señalan que este proceso es el más perjudicial debido a que en la mayoría de las ocasiones no se les reconoce y, por ende, pocas veces se le trata. La erosión laminar se puede identificar mediante los siguientes síntomas: (UNESCO, 2009)

- Presencia de montículos en el suelo
- Plantas con su sistema radicular al descubierto
- Invasión de especies vegetales específicas de suelos degradados

1.25 Erosión por surcos o en regueros.

Ocurre como producto de pequeñas irregularidades en la pendiente del terreno, la escorrentía se concentra en algunos sitios hasta adquirir volumen y velocidades suficientes para hacer cortes y formar surcos

Los surcos corresponden a canales miniatura, que son el resultado de la remoción de aproximadamente 10 a 50 cm de suelo por acción de la escorrentía, la que transporta material erosionado hacia canales o riberas. Estos autores señalan además, que el accionar constante del agua a través de estos canales, podría producir barrancos o cárcavas. (UNESCO, 2009)

1.26 Erosión en barrancos o cárcavas.

Se define como el proceso de remoción de suelo o de pequeñas piedras, por acción del agua, que forman depresiones mucho más grandes que los surcos, los que usualmente transportan material durante o inmediatamente después de ocurrida la tormenta. Comparar estas depresiones con los cauces permanentes, relativamente llanos y cóncavos en su perfil, las cárcavas se caracterizan por tener cabeceras y saltos a lo largo de su curso. Además, poseen una mayor profundidad, menor anchura que los cauces estables y transportan una mayor cantidad de sedimentos. (UNESCO, 2009). Este tipo de erosión puede observarse en la figura cinco.

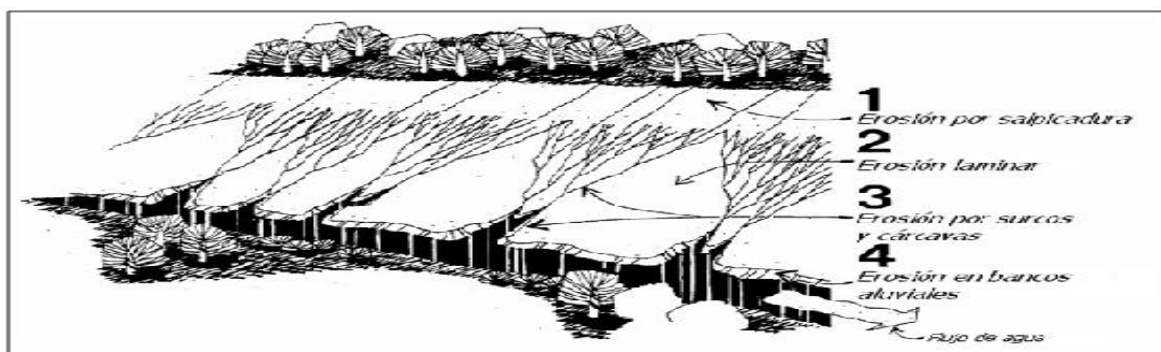


Figura 5. Tipos de erosión hídrica 1) erosión por salpicadura, 2) erosión laminar, 3) erosión por surcos y cárcavas, 4) erosión en bancos aluviales
Fuente: UNESCO (2009)

1.27 Toma de una muestra representativa.

Una muestra representativa es aquella que mejor refleja las condiciones de fertilidad de esa área específica. Para que exista representatividad, la muestra de suelo debe ser compuesta de varias sub-muestras de igual tamaño. El número de sub-muestras por muestra está dado por la variabilidad que presenta el nutriente más móvil dentro de los que se desea analizar. Estudios realizados en la Décima

Región, señalan que dicha variabilidad se compensa con 20 a 25 sub-muestras por unidad de muestreo. (INIA, 1999)

1.28 Profundidad de muestreo.

El primer paso para proceder al muestreo es subdividir el área en unidades de suelos homogéneos (cartografía). En esta subdivisión se debe considerar el tipo de suelos, topografía, vegetación e historia del manejo previo. Las muestras de suelo para cultivos anuales se obtienen a una profundidad de 0 a 15 o de 0 a 20 cm, es decir, explorando la fertilidad de la capa arable. Para praderas, la profundidad de la zona de muestreo debe ser, como máximo, de 0 a 10 cm, puesto que a esa profundidad se registra la mayor densidad y actividad de raíces. (INIA, 1999)

2 MARCO REFERENCIAL.

2.1 Información general de aldea del área de estudio.

Aldea Tzamjuyup, municipio de Nahualá, Departamento de Sololá. Se encuentra a 35 kilómetros de distancia de la cabecera municipal; dentro de las coordenadas geográficas: latitud 14°46'0.06"N y 91°25'0.33"O. La aldea de Tzamjuyup se encuentra a una altitud de 2,800 metros sobre el nivel del mar. (ICC 2013). El área de estudio se distribuyó en ocho caseríos de aldea Tzamjuyup los cuales se visualizan en la figura seis.

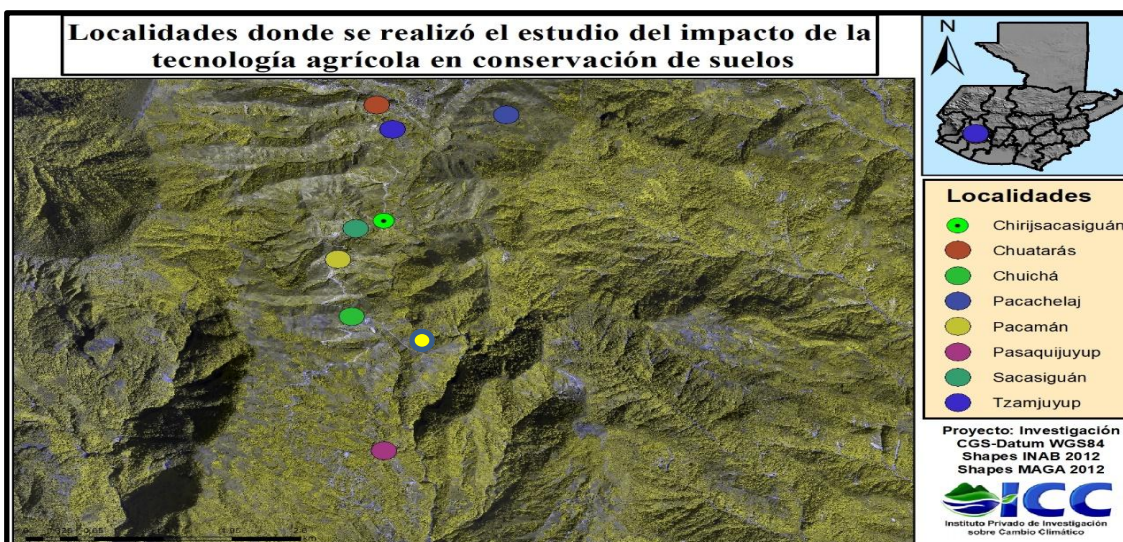


Figura 6. Ubicación de aldea Tzamjuyup, Nahualá, Sololá.

Fuente: ICC (2017)

2.2 Administración

Las comunidades basan su administración con la formación de COCODES (ICC, 2013), de acuerdo con la información proporcionada por las autoridades municipales, la tenencia de la tierra de la aldea en estudio y sus caseríos, se dividen en: municipales, comunales y particulares. El área municipal comprende bosque natural mixto, así como latifoliadas (en áreas cercanas a la Boca Costa). Estas áreas fueron concedidas en el año 2003 a través de un acuerdo municipal para que los habitantes de la aldea Tzamjuyub y sus caseríos tuvieran acceso al Programa Piloto de Apoyos Forestales Directos (PPAFD/PARPA del MAGA) para actividades de conservación del bosque natural para mantener las fuentes de agua. Las áreas comunales comprenden plantaciones de pino y ciprés, para recuperar áreas degradadas; además se encuentran instalaciones de beneficio comunal (salón, escuela, auxiliatura, centro de convergencia, mercado comunal, cancha de papi foot-ball). Los terrenos particulares comprenden las parcelas con cultivos (maíz, haba, frijol, trigo), que se encuentran en las cercanías de los caseríos o en el mismo terreno donde se encuentran establecidos los hogares de los pobladores de la aldea Tzamjuyub y sus caseríos. (Reyes, 2011)

2.3 Descripción ecológica

De acuerdo con la clasificación de zonas de vida propuesta por De la Cruz basado en el Sistema Holdridge (1982), el área de estudio se encuentra dentro de la zona de vida bosque húmedo montano bajo subtropical; que se caracteriza por presentar precipitaciones promedio anuales de 2982 mm, temperatura mínima de 12°C y máxima de 19°C, elevaciones que varían entre 1800 a 3000 msnm. El relieve es accidentado. (ICC, 2013)

En cuanto al dato de temperatura media anual se registra una mínima de 5.5° y una máxima 27.82° de acuerdo a la información de COMUDE-SEGEPLAN en el año 2010. También se presenta que el municipio se encuentra ubicado en rangos desde 2-12°C hasta 21-23°C., humedad relativa de 80% y una velocidad del viento de 1.5

km/hora. (ICC, 2013). La información de temperaturas del municipio de Nahualá se observa en la figura siete.

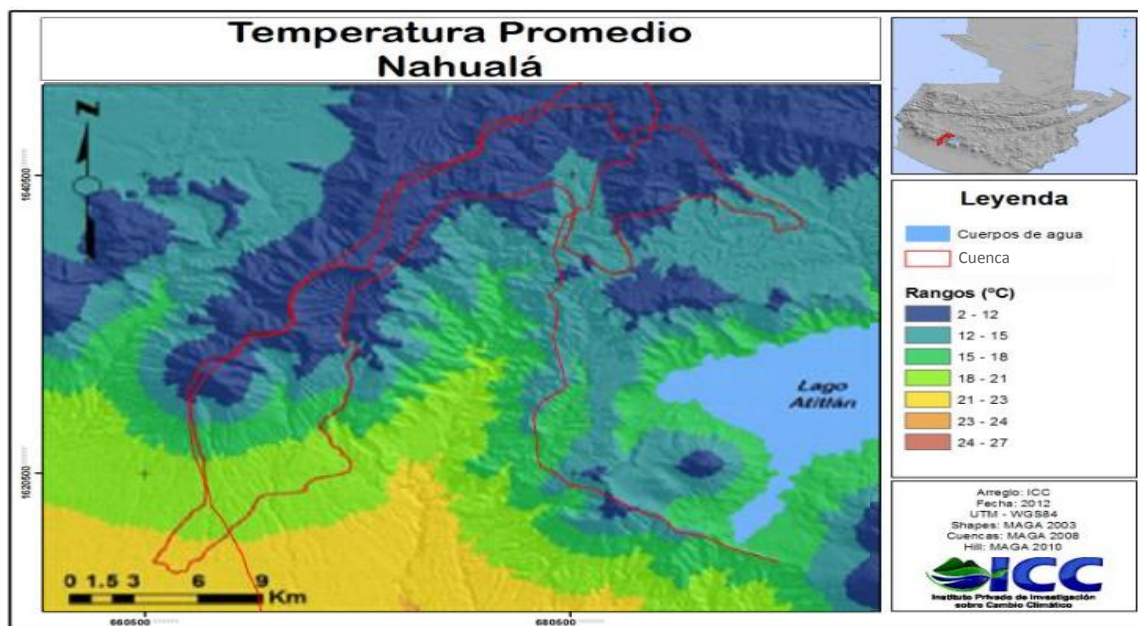


Figura 7. Mapa de temperatura promedio del municipio
Fuente: Alarcón (2013)

2.4 Suelo

Según la clasificación de suelos de Simmons, los suelos de la aldea se clasifican dentro de la serie de suelos Totonicapán, estos suelos son poco profundos, bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica, en clima frío; húmedo. Ocupan relieves de inclinados a suavemente ondulados a gran altitud en el suroeste de Guatemala. (ICC, 2013). La información del uso de la tierra del municipio de Nahualá, se puede visualizar en la figura ocho.

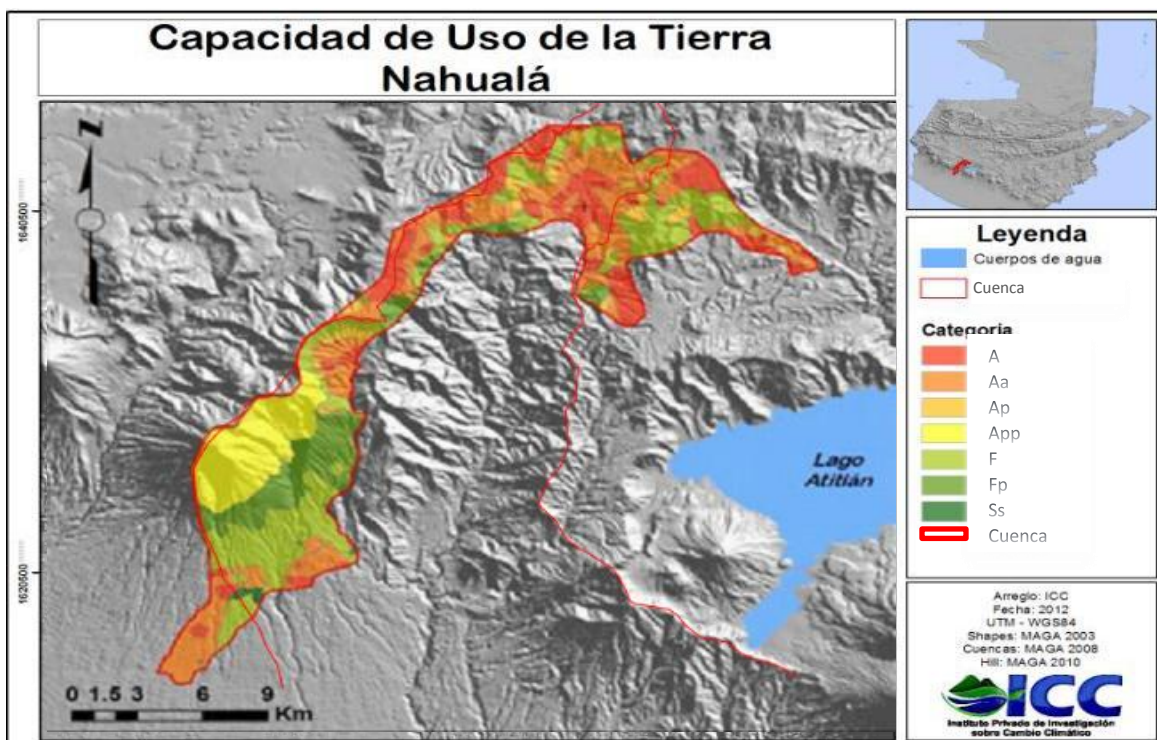


Figura 8. Mapa de capacidad de uso de la tierra Nahualá
Fuente: ICC (2013).

En la figura ocho se observa que la capacidad de uso de la tierra para aldea Tzamjuyup y sus caseríos se encuentra en la clasificación de Agroforestería con cultivos permanentes y áreas protegidas de protección, en el cuadro dos se indica el porcentaje de área y distribución dentro del municipio de Nahualá, Sololá.

Cuadro 2. Distribución de la capacidad de uso de la tierra en el municipio de Nahualá

| Categoría | Capacidad de Uso de la tierra | % Área |
|-----------|---|--------|
| A | Agricultura sin limitaciones | 17.07 |
| Aa | Agroforestería con cultivos anuales | 26.51 |
| Ap | Agroforestería con cultivos permanentes | 4.49 |
| App | Áreas protegidas de protección | 13.20 |
| F | Tierras forestales de producción | 26.16 |
| Fp | Tierras forestales de protección | 12.05 |
| Ss | Sistemas silvopastoriles | 0.53 |

Fuente: ICC (2013)

En el cuadro dos se observa que del 100% del área del municipio, solamente un 17.07 % puede utilizarse para la agricultura sin limitaciones, sin embargo, el uso de la tierra en aldea Tzamjuyup se utiliza para granos básicos, y la intensidad de

uso del suelo, se encuentra en sobre utilización como se observa en la figura nueve y 10.

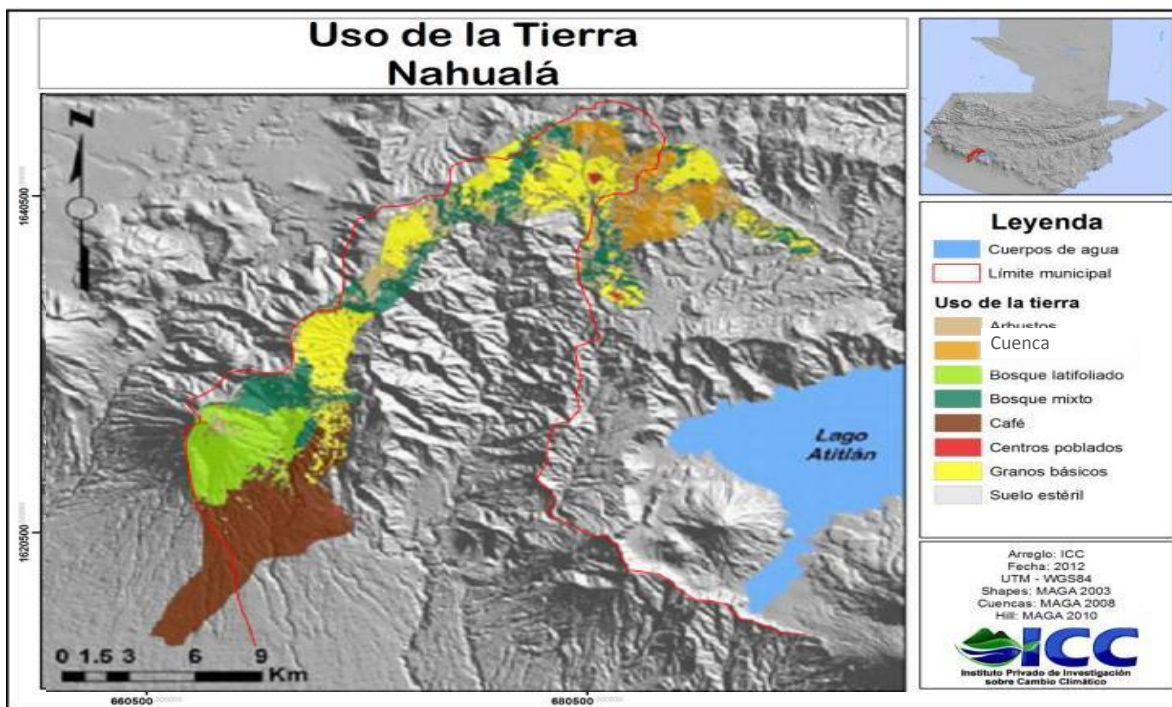


Figura 9. Mapa de la distribución del uso de la tierra en el municipio de Nahualá
Fuente: ICC (2013).



Figura 10. Intensidad de uso del suelo en Nahualá, Sololá.

2.5 Hidrología

La región donde se localiza la aldea se encuentra en sub-cuenca del río Masá, el cual se une al río Nahualate que drena hacia el océano Pacífico. Dentro del bosque comunal también se encuentra el río Ixtacapa que también se une al río Nahualate. (ICC, 2013)

La precipitación pluvial promedio anual registrada para el municipio de Nahualá es de 682.2 milímetros (COMUDE-SEGEPLAN, 2010), en las partes de la boca costa se presentan en el rango desde 600 a 5,580 milímetros en las partes más al sur del municipio como se observa en la figura 11.

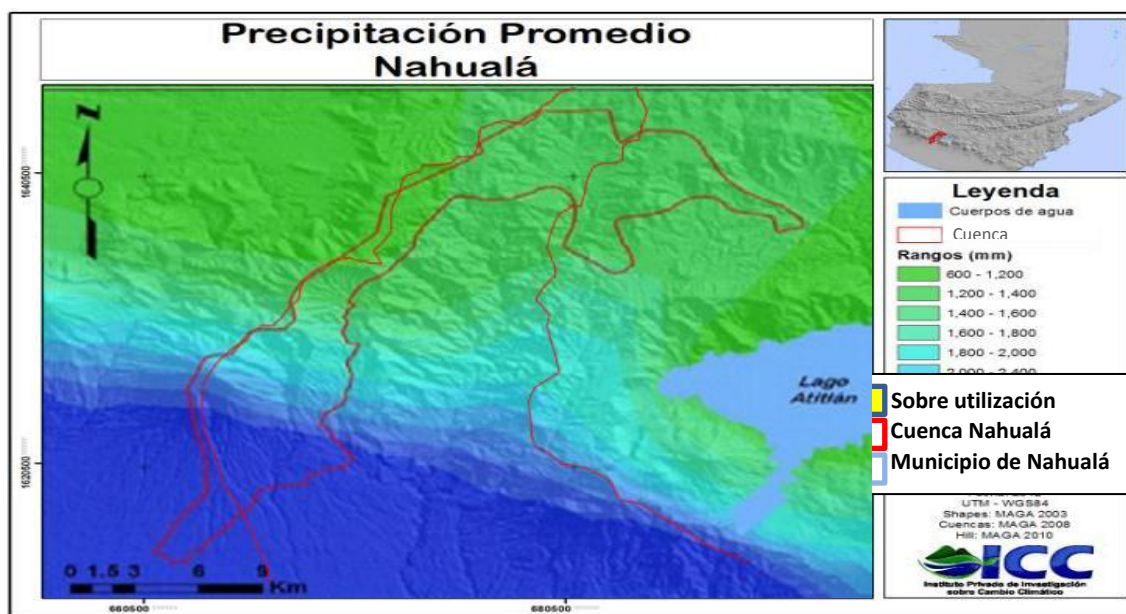


Figura 11. Mapa de la precipitación promedio pluvial para el municipio de Nahualá

Fuente: ICC (2013).

2.6 Flora Y Fauna

Entre la flora principalmente se encuentra el pino (*Pinus sylvestris* L), pinabete (*Abies alba* Mill), ciprés (*Cupressus* sp), encino (*Quercus affinis* Scheidw), aliso (*Alnus* sp), roble, y un pasto grueso o zacate (*Panicum máximo*) que crece en matorral. Entre su fauna se encuentran ardillas, armadillos, coyotes, taltuzas, gatos de monte. (ICC, 2013)

III. OBJETIVOS

1. GENERAL

Evaluar el impacto de la tecnología agrícola en la conservación de suelos como medida de adaptación al cambio climático en aldea Tzamjuyup, Nahualá, Sololá en el año 2013, dentro del marco del proyecto CCRD ejecutado por el ICC.

2. ESPECIFICOS

- 2.1 Evaluar la adopción de tecnología agrícola en los beneficiarios del proyecto 2013 en conservación de suelos.
- 2.2 Identificar el impacto a nivel de unidades familiares de la población involucrada directa o indirecta por la conservación de suelos.
- 2.3 Determinar la masa de suelo erosionado dentro de terrenos con y sin prácticas de conservación de suelos.

IV. MATERIALES Y METODOS

1. Procedimiento para la evaluación de la adopción de la tecnología agrícola.

- Ser realizó una solicitud de forma verbal para apoyo y coordinación con técnicos de la Asociación Amigos del Río Ixtacapa para el acompañamiento y ejecución de la investigación.
- Se ponderó el paquete tecnológico implementado en las prácticas de conservación de suelos.
- Se clasificaron las opciones tecnológicas y se evaluaron las variables discriminantes de cada una de las opciones para generar criterios determinantes de la adopción. (**anexo 1**)
- Se diseñaron boletas para encuestas (**anexo 2**) y con ello se obtuvo información sobre el manejo que los beneficiarios han realizado en las terrazas y barreras vivas implementadas durante los cuatro años transcurridos.
- Se obtuvo información de un pre-muestreo (79 comunitarios) a partir de las familias que conforman los 8 caseríos según informó (Perechú, 2017) son 620 familias. Para el análisis se utilizó la fórmula de muestreo aleatorio estratificado para estimar una proporción (Scheaffer, 1986) como se observa en la figura 12.

$$n = \frac{\sum N_i^2 \cdot p_i \cdot q_i / W_i}{(N^2 \cdot d^2 / Z^2) + (\sum N_i \cdot p_i \cdot q_i)}$$

$$W_i = (N_i \cdot \sqrt{p_i \cdot q_i}) / \sum N_i \cdot \sqrt{p_i \cdot q_i}$$

Figura 12. Fórmulas de muestreo aleatorio estratificado para estimar una proporción.

Fuente: Scheaffer (1986)

Dónde:

k = Número de estratos

N_i = Número de unidades de muestra en el estrato siendo las familias quienes conforman cada estrato.

N = Número de unidades que conforman la población siendo estos un total de 620 familias quienes conforman el total de los 8 caseríos

W_i = Fracción de observaciones asignadas al estrato i.

P_i = Proporción poblacional del estrato i, dato obtenido de la cantidad de personas que implementaron previamente las medidas de conservación de suelos por cada caserío.

q_i = (1 - P_i.)

D = Precisión = 9 % (0.09)

Z_α = 1.96 al cuadrado (si la seguridad es del 95%)

- Se distribuyó el tamaño de muestra proporcionalmente a través de la multiplicación de “W_i” por el tamaño de muestra de 49 comunitarios.
- Se tabuló la información en fase de gabinete para determinar el índice de adopción de la práctica de conservación de suelos utilizando terrazas y otras prácticas promovidas.
- Se utilizó la fórmula propuesta por (Damián Huato, 2009) para determinar el índice de adopción a través de la previa ponderación del paquete tecnológico

implementado durante inicios del proyecto. Dicha fórmula se observa en la figura 13.

$$A = (C/B) * 100$$

Figura 13. Fórmula para determinar el porcentaje de adopción de una tecnología

Fuente: Damián Huato (2009)

Dónde:

A= Porcentaje de adopción de la tecnología para la práctica recomendada para el productor.

C= Cantidad de la tecnología que aplicó en la práctica el productor.

B= Cantidad óptima de la práctica recomendada por el plan que se aplicó en el año base.

1.1 Variables de estudio

- Adopción de las prácticas de conservación.
- Número de beneficiarios que adoptaron las medidas de conservación.

1.2 Medición de las variables.

- Aplicación de encuestas y visitas de campo.

1.3 Análisis de la información generada.

La información fue analizada a través de variables discriminantes para poder obtener un indicador de adopción cuyos parámetros se observan en el cuadro tres.

Cuadro 3. Descripción de los valores obtenidos referentes al índice de adopción.

| Valor de adopción | Criterio |
|-------------------|--|
| 0.1 - 0.24 | Práctica en abandono. |
| 0.25 – 0.49 | Baja adopción, malas prácticas u abandono de las mismas. |
| 0.5 – 0.74 | Adopción media, alerta de deserción de la práctica. |
| 0.75 – 0.99 | Adopción aceptable con oportunidades de mejora. |
| 1 | Adopción en el área exitosa. |

- La cantidad de beneficiarios que realizan alguna práctica de conservación es presentada en una gráfica de pie en porcentajes.

1.4. Recursos

Para la recopilación de la información se utilizaron los siguientes recursos:

1.4.1. Recursos humanos.

- EPS
- Traductor de castellano a idioma k'iche'.

1.4.2. Recursos físicos.

- Libreta de campo.
- Boletas para cuestionario
- Lápiz
- Borrador
- Dispositivo GPS.
- Equipo de cómputo.
- Cámara fotográfica

1.4.3. Recursos financieros.

- Estipendio proporcionado por el ICC.

2. Procedimiento para identificar el impacto a nivel familiar de la población involucrada directa o indirecta por la conservación de suelos.

- Uso de encuesta (**ver anexo 2**) para obtener información sobre el manejo que los beneficiarios han realizado las prácticas de conservación de suelos implementadas durante los últimos cuatro años.
- Se aplicó una boleta diseñada para beneficiarios indirectos resultantes del tamaño de muestra 49 encuestados (**ver anexo 3**).

- Se obtuvo información sobre el criterio de los productores al considerar si se generan beneficios a través de la utilización de terrazas, barreras vivas u otro sistema de conservación de suelos.
- Se evaluó a través de la cantidad de maíz obtenido en la actualidad en relación a experiencias anteriores de los productores teniendo el comparador informado por (Perechú, 2012) cuyos datos indican que las producciones de maíz y frijol fueron de 782.13 kg/ha a 104.16 kg/ha respectivamente donde no se implementan actividades de conservación de suelos.
- El análisis de seguridad alimentaria se enfocó en las producciones de maíz como base de la dieta local.
- Durante la entrevista se cuestionó si los beneficiarios obtienen beneficios económicos a través de la conservación de suelos que puedan permitir brindarle una mejor educación a sus hijos.
- Se evaluó si las acciones generadas por los agricultores involucrados en el proyecto de 2013 generaron motivación en el resto de las comunidades como para replicar las prácticas de conservación de suelos.

2.1. Variables de estudio:

- Vivienda.
- Seguridad alimentaria.
- Educación.
- Replicación de las acciones.
- Aumento del área de aplicación de acciones de conservación de suelos
- Producción por hectárea.

2.2. Medición de las variables.

- Aplicación de encuestas y visitas de campo.

2.3. Análisis de la información generada.

Se utilizó el programa SPSS para análisis de los datos obtenidos con tablas cruzadas para relacionar las variables, ANDEVAS, PRUEBA DE MEDIAS y gráficas para su interpretación.

2.4. Recursos

Para la recopilación de la información se utilizaron los siguientes recursos:

2.4.1. Recursos humanos.

- EPS
- Traductor de castellano a idioma k'iche'.

2.4.2. Recursos físicos.

- Libreta de campo.
- Boletas para cuestionario.
- Lápiz.
- Borrador.
- Dispositivo GPS.
- Equipo de cómputo.

2.4.3. Recursos financieros.

- Estipendio proporcionado por el ICC.

3. Procedimiento para determinar la masa de suelo erosionado dentro de terrenos con y sin prácticas de conservación de suelos.

- Se utilizó la metodología (PASOLAC, 2005) de “Valoración del Daño por Erosión Actual” VADEA
- Se utilizaron cuatro ubicaciones en las que se realizó la medición de pérdida de suelo siendo Pacachelaj, Tzamjuyup, Sacasiguan y Chuichá.
- Fueron utilizadas dos parcelas por ubicación, una con una práctica de conservación y una aledaña bajo condiciones de producción común.
- Las mediciones se realizaron después de cuatro semanas de lluvias establecidas las cuales se midieron con un pluviómetro por día en cada caserío de aldea Tzamjuyup.

- La medición de los surcos y/o cárcavas se realizó con cinta métrica para obtener información sobre anchura, profundidad y longitud de cada una de ellas como se observa en el cuadro cuatro.
- Se realizó la medición y estimación del suelo erosionado.
- Para clasificar detalladamente cada uno de los surcos o cárcavas que se localizaron en la parcela, se utilizaron los parámetros establecidos en el cuadro cuatro.

Cuadro 4. Clasificación de las características de los surcos y cárcavas.

| CLASIFICACIÓN | Anchura | Profundidad |
|---|---------|-------------|
| Surco poco profundo SSP | <25 | <15 |
| Surco poco profundo y ancho SPPA | 25-200 | <15 |
| Surco profundo SP | <50 | 15-100 |
| Surco profundo y ancho SPA | 50-200 | 15-100 |
| Surco ancho SA | >200 | <100 |
| Cárcava C | todas | >100 |

Fuente: UNA (2005)

- Luego de clasificados los datos obtenidos, se procedió al procesamiento de la información utilizando las fórmulas que la metodología VADEA indica en el formato del cuadro cinco.

Cuadro 5. Fórmulas para la determinación de pérdidas de suelo

| Medida | Unidad | Fórmula |
|---|----------------|----------------------------|
| Perdida de suelo PS | Toneladas, m3 | $Ns*As*LS*Ps*Da=PS$ |
| Área de daño actual AD | m ² | $NS*AS*LS=AD$ |
| Área de daño actual en % de área total ADD | % | $\sum AD*100/A = ADD$ |
| Pérdida de suelo por área total PST | m3/ha o T/ha | $\sum PS/A*10000 = PST$ |
| Pérdida de suelo por área dañada PSD | m3/ha o T/ha | $\sum/\sum AD*10000 = PSD$ |

Fuente: UNA (2005)

Para el entendimiento de las formulas planteadas en el cuadro 5, el significado de estas se presenta en el glosario del cuadro seis.

Cuadro 6. Glosario de palabras claves de la metodología para la determinación de pérdida de suelos

| | |
|-----------|--|
| Ns | Número de surcos |
| As | Ancho promedio de surcos (m) |
| Ls | Longitud promedio del surco (m) |
| Ps | Profundidad promedio del surco (m) |
| At | Área total de la parcela en m ² |
| Da | Densidad aparente T/m ³ |

Fuente: UNA (2005)

- Se realizó un análisis de pérdida de suelo por flujo laminar con la implementación de cuatro parcelas en las ubicaciones de interés.
- Dos parcelas se instalaron bajo práctica de conservación de suelos con terrazas, una parcela se instaló bajo la conservación de barreras vivas y una parcela en condiciones comunes de los productores donde no se realiza conservación alguna.
- Se realizaron cuatro mediciones para cada una de las parcelas con el acumulado de precipitaciones semanales.
- Se instalaron cuatro pluviómetros para obtener información de la precipitación en las ubicaciones en estudio.
- Los datos de precipitación se colectaron a diario en un horario de 8:00 a 9:00 horas.
- Para proporcionarle más robustez del estado del recurso suelo se realizó el análisis químico de la fertilidad.
- El análisis de fertilidad de suelos se realizó en función a las ubicaciones en estudio.
- Debido a que el laboratorio requiere de 1Kg (1000 gramos de suelo) para realizar el análisis, se extrajeron 9 sub-muestras por cada unidad productiva en estudio.
- Cada sub-muestra estuvo compuesta por 115 a 150 gramos de suelo
- Las sub-muestras se extrajeron a una profundidad de 0 a 20 cm debido a que los productores cultivan granos básicos y este cultivo mantiene la mayor cantidad de raíces y extracción de nutrientes a esta profundidad.

- Se extrajeron un total de 16 muestras de suelo.
- El análisis de fertilidad fue realizado por el laboratorio de CENGICAÑA

3.1. Variables de estudio:

- Erosión por flujo canalizado
- Erosión por flujo laminar
- Precipitación pluvial.
- Nutriente de mayor consumo para la producción de maíz

3.2. Medición de las variables

- Cuantificación estimada del volumen de suelo erosionado en los surcos.
- Construcción de parcelas con clavos.
- Uso de Pluviómetros.
- meq gramos del nutriente seleccionado.

3.3. Análisis de la información generada

El análisis se realizó a través de ANDEVA, prueba de medias y gráficos para su interpretación.

3.4. Recursos

Para la recopilación de la información se utilizaron los siguientes recursos:

3.4.1. Recursos humanos

- EPS.
- Traductor del castellano al idioma k'iche'.

3.4.2. Recursos físicos

- Libreta de campo.
- Balanza analítica.
- Laboratorio de suelos CENGICAÑA.
- Bolsas de nailon.
- Cinta de enmascarar.
- Pala de jardín.
- Paleta de plástico.

- Boletas de anotaciones.
- Lápiz.
- Borrador.
- Dispositivo GPS.
- Equipo de cómputo

3.4.3. Recursos financieros

- Estipendio proporcionado por el ICC.

V. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

1. Evaluar la adopción de la tecnología agrícola en los beneficiarios del proyecto 2013.

Del universo de 79 agricultores entrevistados, dos de ellos no brindaron información, por ende, la población a encuestar se redujo a 77 personas. El análisis de la información generó los resultados que se presentan en el cuadro siete y figura 14.

Cuadro 7. Uso de la tierra en los terrenos de trabajo.

| Cultivo | Área cultivada/ha |
|---|-------------------|
| Maíz (<i>Zea mays</i>) | 12.18 |
| Frijol (<i>Phaseolus Vulgaris</i>) | 0.61 |
| Trigo (<i>Triticum aestivum</i>) | 1.57 |
| Habas (<i>Vicia faba</i>) | 4.44 |
| Arveja (<i>Pisum sativum L.</i>) | 2.83 |
| Hoja de maxan (<i>Calathea lutea</i>) | 1.52 |
| Frutales | 0.08 |
| Área total/familia | 23.23 |

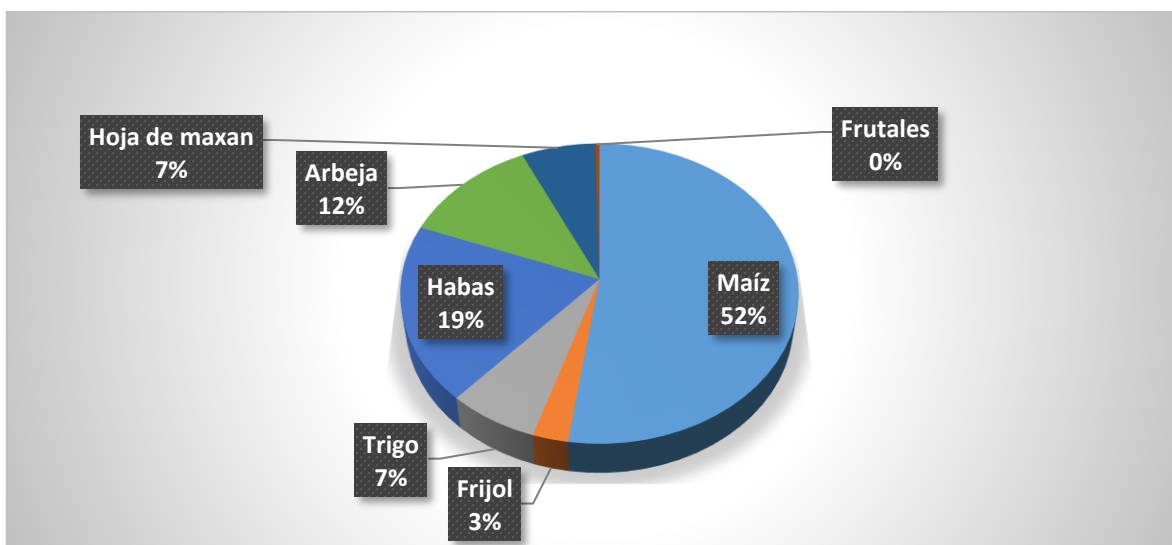


Figura 14. Distribución del uso de cultivos agrícolas (%) en el área de trabajo de los agricultores en los caseríos en estudio.

Debido a la información obtenida del cuadro siete y figura 14, se observó la importancia de investigar las prácticas de conservación de suelos en el cultivo de

maíz ya que este cultivo conforma el 52% del área de producción total de los agricultores entrevistados cuya producción obtenida se utiliza para el autoconsumo y la obtención de semillas para la próxima temporada de siembra.

Las familias de los agricultores entrevistados alcanzan un mínimo de dos personas por hogar hasta un máximo de nueve, cuya agrupación por edades se encuentran conformadas por 181 miembros de 0 a 11 años y el grupo que menos miembros posee pertenece al rango de 56+ años el cual está compuesto por 18 personas. La importancia de dicha información es ser un indicador en la capacidad y la madurez que como seres humanos se puede tener a una edad cercana a los 18 años, aunque esto puede cambiar dependiendo de las condiciones de vida y las oportunidades laborales. (UNICEF , 2011). El grupo poblacional de 0 a 11 años representa una oportunidad para que se les inculque la importancia de estar preparados para los efectos del cambio climático debido a que dicho grupo ocupa el 44% de los miembros que conforman las unidades familiares como se observa en la figura 15.

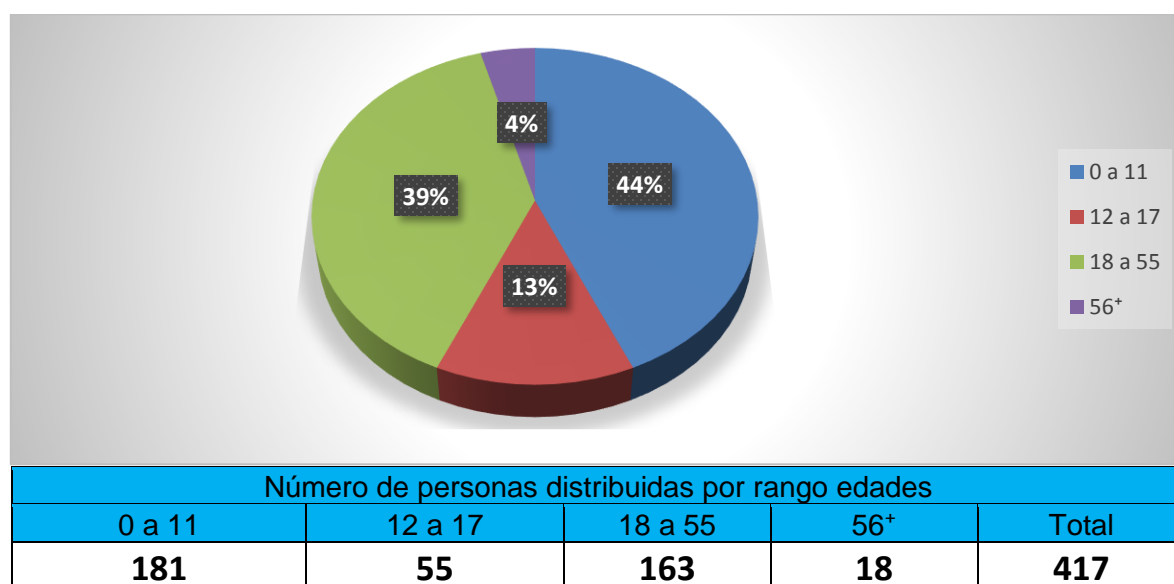


Figura 15. Número de personas que conforman las unidades familiares de los entrevistados distribuidos por rango de edades.

Debido a lo observado en la figura 15, los miembros de 0 a 11 años deben formarse con una educación eficiente ya que la replicación de la información se ve arraigada a la capacidad de desarrollo humano que se obtiene a través de la educación, debido a que no existe ninguna sociedad primitiva que sea en la no se presente la transferencia de conocimientos a través de la formación como indica (Blanco) Así mismo nuestra sociedad inculca que la mejor forma de desarrollo humano se inicia a través de la formación educativa académica. De los 77 entrevistados se agruparon por género (femenino, masculino) y nivel académico alcanzado como se observa en el cuadro ocho y figura 16.

Cuadro 8. Número de personas entrevistadas y el nivel académico alcanzado según el género (femenino, masculino).

| Género del entrevistado | Nivel académico alcanzado | | | | Total | % |
|-------------------------|---------------------------|----------|--------|--------------|-------|-----|
| | Ninguno | Primaria | Básico | Bachillerato | | |
| Masculino | 28 | 20 | 2 | 1 | 51 | 66 |
| Femenino | 18 | 8 | 0 | 0 | 26 | 34 |
| Total | 46 | 28 | 2 | 1 | 77 | 100 |

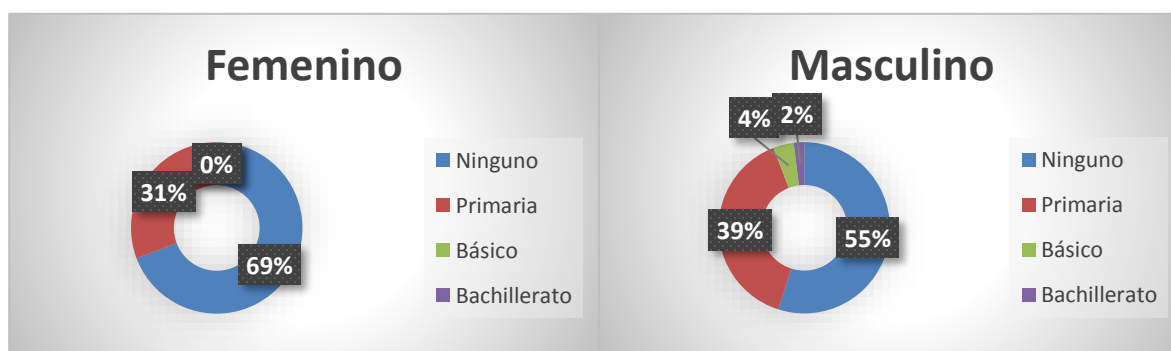


Figura 16. Nivel académico alcanzado por género (femenino, masculino) por los entrevistados en el estudio.

En la figura 16 podemos observar que de los agricultores entrevistados el género masculino es el que mayor nivel académico ha alcanzado siendo el género femenino quien no ha logrado las mismas oportunidades. Dicho resultado en el análisis realizado por (PNUD, 2011) indica que en el año 2010 las tasas de alfabetización a nivel municipal para el sexo femenino fue 80.2 % y 68.8% para el género masculino,

sin embargo, el diagnóstico realizado por (Reyes, 2011) indica que en aldea Tzamjuyup y sus caseríos en estudio poseen un 69.6% de analfabetismo. En la figura 17 se visualiza que género (femenino, masculino) está implementando prácticas de conservación de suelos.

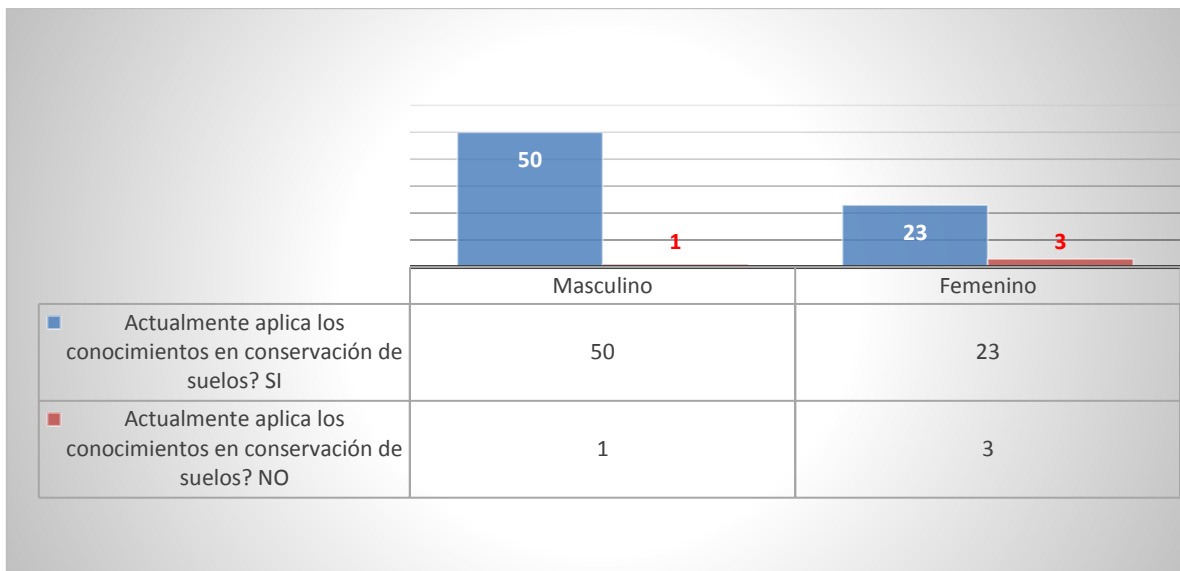


Figura 17. Aplicación de conocimientos adquiridos por la transferencia de tecnología en base al género (masculino, femenino) de los entrevistados en estudio.

En la figura 17 se observa que de los agricultores entrevistados el 2% del género masculino no aplica los conocimientos adquiridos y del género femenino el 13% no aplica dichos conocimientos. En la figura 18 se visualiza el número de prácticas que realizan los productores entrevistados.

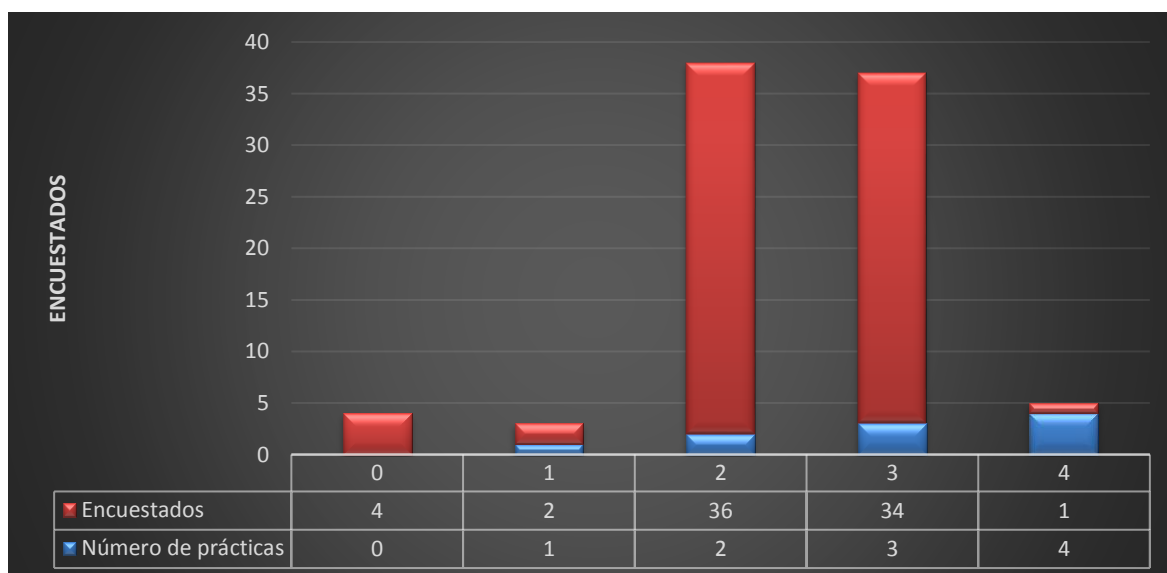


Figura 18. Prácticas de conservación que realizan los agricultores entrevistados

En la figura 18 se observa la distribución de los agricultores por el número de prácticas que realizan en sus unidades productivas de los cuales a cuatro agricultores no se les cuantificó práctica alguna en conservación de suelos, dos agricultores reportan una actividad de conservación, 36 agricultores realizan dos prácticas de conservación las cuales forman parte del paquete tecnológico proporcionado en el año 2013, 34 agricultores se le fueron cuantificadas tres prácticas de conservación y un agricultor realiza en la actualidad cuatro prácticas enfocadas en la conservación de suelos.

Tras determinar el paquete tecnológico que utilizan en la actualidad los entrevistados (ver anexo I), se generó el cuadro nueve en el cual se cuantifica la cantidad de prácticas que se realizan y el índice de adopción que estas han alcanzado por parte de los agricultores.

Cuadro 9. Análisis estadístico descriptivo sobre las prácticas de conservación y el índice de adopción alcanzado en un periodo de cuatro años.

| | Curvas a nivel | Terrazas de banca inclinada | Barreras vivas | Barreras muertas | Manejo de rastrojos |
|------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|------------------|---------------------|
| Media | 0.74 | 0.81 | 0.79 | 0.85 | 0.85 |
| Mínimo | 0.4 | 0.6 | 0.48 | 0.75 | 0.85 |
| Máximo | 0.87 | 1 | 1 | 0.95 | 0.9 |
| Número de agricultores | 71 | 35 | 70 | 2 | 72 |

A través del cuadro 9 se determinó que la práctica de conservación que más se aplica es el manejo de rastrojos con 72 agricultores y un índice de adopción cuya media es de 0.85, la práctica de conservación que menos se ha empleado pertenece al uso Barreras muertas con dos agricultores cuyo índice de adopción alcanzado posee una media de 0.85. La práctica de conservación cuyo índice de adopción es el más bajo con una media de 0.74 pertenece a curvas a nivel el cual ha sido laborada por 71 agricultores. La información del cuadro anterior puede visualizarse en la figura 19.

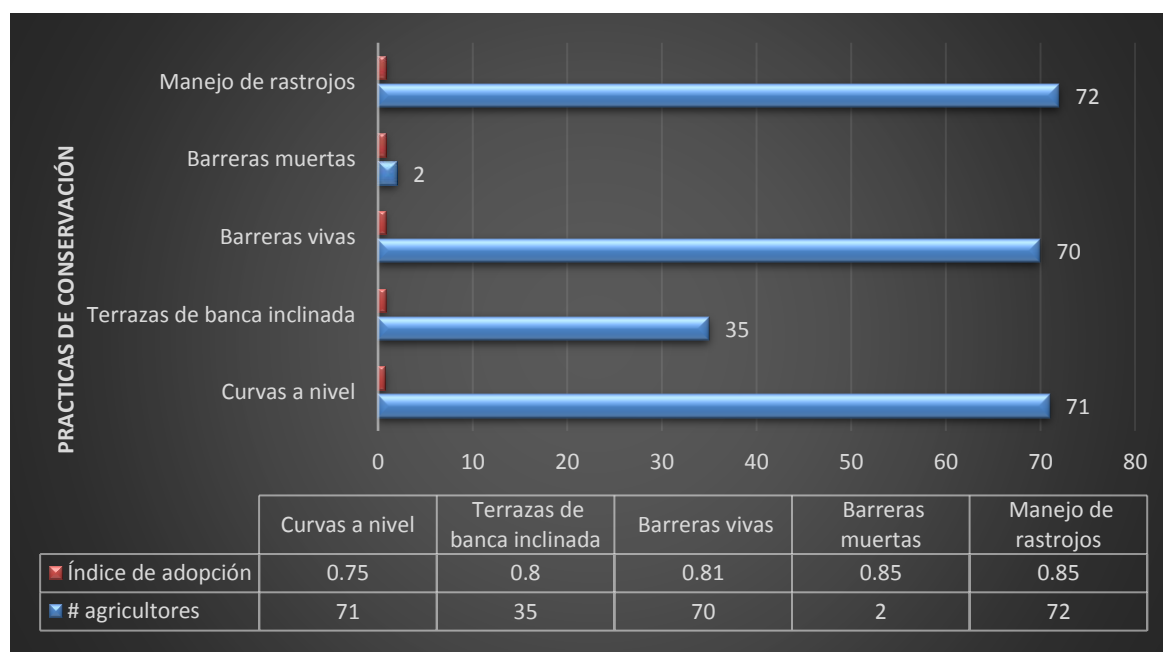


Figura 19. Prácticas de conservación y media del índice de adopción alcanzado por parte de los agricultores entrevistados.

En la figura 19 se observa que las prácticas evaluadas no alcanzan el 100 % del paquete tecnológico proporcionado durante el año 2013, sin embargo, el mantener activas las labores que estén dentro del paquete proporcionado al inicio del proyecto permite conocer el deseo de aprendizaje que existe a nivel rural el cual se ve limitado por factores como la educación, las condiciones del terreno, actividades laborales, entre otros. En el cuadro 10 se observan los índices de adopción en relación a la perspectiva de los agricultores sobre los cambios que pudieron presentarse en los terrenos con prácticas de conservación de suelos.

Cuadro 10. Prueba de medias de los índices de adopción en función de la perspectiva de los agricultores.

| Curvas a nivel | | | Terrazas | | Barreras vivas | | | Rastrojos | | |
|--|---------------|----|------------------------------|----|----------------|----|------|-----------|----|------|
| Considera que la conservación de suelos que aplicó ha influido positivamente en el rendimiento de sus cultivos | | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | | | | | |
| | | | 1 | N | 1 | N | 1 | 2 | N | 1 |
| Duncan ^{a,b} | ningún cambio | 21 | 0.73 | 2 | 0.73 | 3 | 0.71 | | 4 | 0.85 |
| | poco | 24 | 0.74 | 9 | 0.81 | 22 | 0.78 | 0.78 | 24 | 0.85 |
| | regular | 5 | 0.74 | 14 | 0.82 | 24 | 0.79 | 0.79 | 23 | 0.85 |
| | mucho | 21 | 0.75 | 10 | 0.83 | 21 | | 0.83 | 21 | 0.86 |
| | Sig. | | 0.61 | | 0.17 | | 0.13 | 0.40 | | 0.20 |

En el cuadro 10 podemos observar que la evaluación de las medias de los índices de adopción permite conocer el impacto que las prácticas de conservación han generado bajo la perspectiva de los agricultores encuestados. El análisis a través del método de Duncan indica que existen significancias en el uso de las barreras vivas cuyo índice medio es de 0.71, los encuestados consideran que no observaron cambio alguno, quienes observaron un cambio positivo poco a regular mantienen un índice de adopción de 0.78 y quienes consideran un cambio denominado “mucho” mantienen un índice promedio de 0.82

En las figuras 20 y 21, se observan las prácticas de conservación con el uso de terrazas en asocio con barreras vivas.



Figura 20. Práctica de conservación con Terrazas y Barreras vivas en caserío Pacachelaj, Tzamjuyup,



Figura 21. Entrevista (Entrevistado y entrevistador) de las prácticas de conservación, terrazas y barreras vivas en caserío Pacamán, Tzamjuyup.

1.1. Síntesis:

La educación al formar parte del desarrollo humano y a pesar de existir un déficit de esta, no ha sido un impedimento para que las acciones se estén realizando en la

actualidad, pero nos brinda conocimientos de que esta es fundamental para la replicación de la transferencia de tecnología agrícola ya que los actores mantienen las estructuras bajo condiciones consideradas aceptables pero la ampliación de las prácticas de conservación de suelos no han alcanzado ni la mitad de toda el área que poseen para producción. Debido a que los terrenos se encuentran ubicados en laderas, las prácticas de conservación de suelos que mayor influencia poseen en comparación a las demás prácticas en estudio son; manejo de rastrojos con un índice de 0.85 y barreras vivas 0.79 cuyos valores indican ser aceptables con oportunidades de mejora (ver cuadro tres).

En conclusión: una alternativa viable para aumentar el número de terrenos donde se realicen prácticas de conservación de suelos, es el uso de barreras vivas debido a que adapta a un menor uso de mano de obra para su instalación y genera alimento para el ganado menor.

2. Identificar el impacto a nivel de unidades familiares de la población involucrada directa o indirecta por la conservación de suelos.

El impacto de las acciones generadas por la transferencia de tecnología agrícola depende de la perspectiva de ambas partes, tanto del agricultor beneficiado y del evaluador.

El impacto en la población se visualiza en el aumento de las áreas de producción las cuales se han ampliado desde el año 2014 donde se generaron datos de las labores que los agricultores realizaron en conservación de suelos, esto se observa en la figura 22.

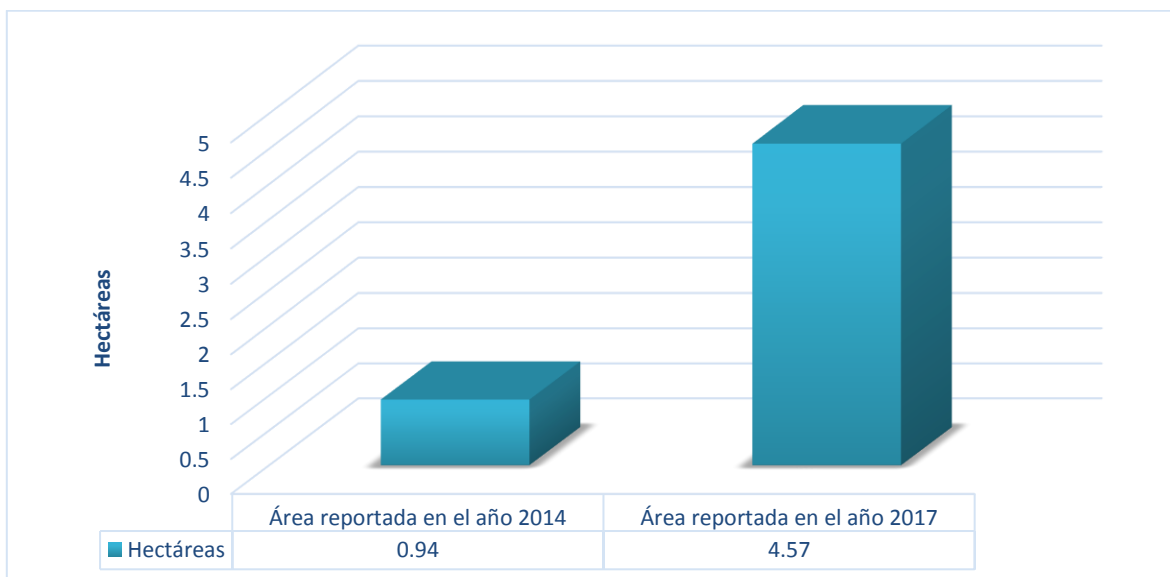


Figura 22. Actualización de las áreas con prácticas de conservación de suelos.

En la figura 22 se evidencia el aumento de área utilizada con prácticas de conservación de suelos el cual es de 4.57 ha en comparación con la información obtenida del año 2,014 de 0.94 ha, el valor actual representa un 20.56% del total de terrenos de producción de los 77 beneficiarios en estudio.

Durante la entrevista y la verificación de la información brindada por los entrevistados, se generó el cuadro 11 a través del programa SPSS para relacionar los cuestionamientos y los resultados obtenidos.

Cuadro 11. Impacto de la conservación de suelos bajo la perspectiva de los agricultores entrevistados.

| | | ¿Considera que la conservación de suelos que aplicó ha influido en el rendimiento de sus cultivos? | | | | Total |
|--|----|--|---------|------|---------------|-------|
| | | mucho | regular | poco | ningún cambio | |
| ¿Actualmente aplica los conocimientos en conservación de suelos? | SI | 21 | 25 | 23 | 4 | 73 |
| | NO | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 |

En el cuadro 11 se relaciona el impacto familiar en función de la perspectiva del agricultor, estos indican que nueve de ellos (10.38%) consideran que no han

obtenido resultados positivos visibles en cuanto al rendimiento, sin embargo, 23 agricultores (29.87 %) consideran un cambio visible, aunque bajo su perspectiva se considera poco, 25 (32.46 %) un rendimiento regular y 21 agricultores (27.27 %) consideran que el aumento ha sido mucho.

El rendimiento de maíz con agricultura convencional se comparó con terrenos bajo agricultura de convencional con las técnicas que forman parte del paquete tecnológico de este estudio. Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 12.

Cuadro 12. Rendimiento de maíz kg/ha con agricultura de convencional y con conservación de suelos.

| | ¿Cuántos kg de maíz produce por ha? | | | | | | |
|---|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1,032 | 1,560 | 2,064 | 3,120 | 3,647 | 4,152 | 5,208 |
| Número agricultores con producciones convencionales | 8 | 6 | 39 | 17 | 1 | 2 | - |
| Número de agricultores que realizan prácticas de conservación de suelos | 2 | - | 24 | 31 | - | 15 | 1 |

En el cuadro 12 se observa que 39 agricultores con prácticas convencionales agrícolas, alcanzan una producción de 2,064 kg/ha, sin embargo 46 productores concuerdan que, bajo prácticas de conservación, las producciones pueden superar los 3,120 kg/ha.

La producción maíz es una base para evaluar el impacto de las acciones de conservación de suelos a nivel familiar, debido a que esta influye en la variable económica, esto se debe a que un mayor rendimiento puede generar excedentes para comercializar y obtener ingresos para solventar necesidades como vivienda, educación, alimentación, entre otras. En el cuadro 13 se identifica el tiempo en el que los productores consideran que empezaron a observar cambios positivos en su producción en los terrenos con conservación de suelos.

Cuadro 13. Año en el que fueron visibles los cambios en la producción de maíz.

| ¿En qué año observó cambios en la producción de maíz en el terreno que conserva? | | | | | |
|--|---------|------|------|------|-------|
| ¿Considera que la conservación de suelos que aplicó ha influido positivamente en el rendimiento de sus cultivos? | | 2014 | 2015 | 2016 | Total |
| | mucho | 1 | 8 | 12 | 24 |
| | regular | 1 | 16 | 5 | 19 |
| | poco | 1 | 5 | 4 | 10 |
| Total | | 3 | 29 | 21 | 53 |

En el cuadro 13, se observa que de 77 agricultores entrevistados 53 recuerdan el año en el que observaron un cambio positivo considerado de poco a mucho, siendo estos observados por 21 agricultores (39.62 %) cuyos cambios los visualizaron en el año 2016, 29 (54.71%) de ellos en el año 2015, seguido por 3 (5.66) de los entrevistados que reportan cambios visibles en el año 2014. En el cuadro 14 se observa que, a pesar de observar cambios positivos, las producciones de maíz no son suficientes para alcanzar excedentes y comercializar.

Cuadro 14. Excedentes en la producción de maíz generado por las prácticas de conservación de suelos.

| ¿Posee un excedente de maíz para comercializar? | | | |
|--|----|----|-------|
| Considera que la conservación de suelos que aplicó ha influido positivamente en el rendimiento de sus cultivos | SI | NO | Total |
| Mucho | 1 | 23 | 24 |
| Regular | 1 | 22 | 23 |
| Poco | 1 | 21 | 22 |
| Ningún cambio | 0 | 4 | 4 |
| Total | 3 | 71 | 74 |

La información del cuadro 14 indica que no existe suficiente producción de maíz para alcanzar la comercialización, sin embargo, este valor es relativo debido a que las prácticas de conservación no superan una media de 0.06 ha por agricultor con una mínima de 0.021 ha y máxima de 0.17 ha, además, el aprovechamiento de la producción de maíz va a depender del número de personas que conforman la familia y la cantidad de terreno que poseen para producción, independientemente si se aplican prácticas de conservación como se observa en el cuadro 15 el cual relaciona

el área media de terreno en producción de maíz y el número de habitantes por familia.

Cuadro 15. Capacidad alimentaria por terreno con producción de maíz.

| | hect áreas | kg maíz sin conservación | kg maíz en conservación | Diferencia kg de maíz | Consumo kg de maíz anual por habitante | Capacidad alimentaria sin conservación | Capacidad alimentaria en conservación |
|-----------------------------------|---------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------|---|---|---|
| una cuerda | 0.04 | 98.1 | 123.6 | 25.5 | 116 | 0.8 | 1.1 |
| Media del área en conservación | 0.06 | 139.1 | 175.4 | 36.3 | 116 | 1.2 | 1.5 |
| área media por agricultor | 0.17 | 368.2 | 463.6 | 95.4 | 116 | 3.2 | 4.0 |
| Mínima área por agricultor | 0.02 | 49.1 | 61.81 | 12.7 | 116 | 0.4 | 0.5 |
| Máxima área por agricultor | 1.58 | 3,436.4 | 4,327.2 | 890.8 | 116 | 29.6 | 37.3 |

En el cuadro 14 se observa que la unidad media de terreno destinado para la producción de maíz, no es suficiente para sostener a cada familia ya que estas se encuentran conformadas por una media de 5 habitantes por familia. La información del cuadro 16 permite entender bajo la perspectiva del agricultor si la dieta alimenticia ha mejorado en relación a las prácticas de conservación de suelos.

Cuadro 16. Perspectiva del agricultor en la alimentación familiar tras las prácticas de conservación de suelos.

| ¿Después de implementadas las acciones de conservación de suelos, considera que ha aumentado el alimento en su familia? | | | | Total |
|---|----|------------|----------------|-------|
| | | Esta mejor | No ha cambiado | |
| ¿Actualmente aplica los conocimientos en conservación de suelos? | SI | 34 | 39 | 73 |
| Total | | 34 | 39 | 73 |

En el cuadro 16 se identifica que, bajo la perspectiva de los agricultores entrevistados, el alimento no ha aumentado significativamente. A través del análisis de relación de información del cuadro 16, la alimentación de la familia y la producción actual. No cumple a sufragar la dieta basada en el uso de maíz esto

debido al tamaño del terreno que poseen según la información obtenida y detallada en el cuadro 28 sin embargo, para su representación se presenta la figura 23.

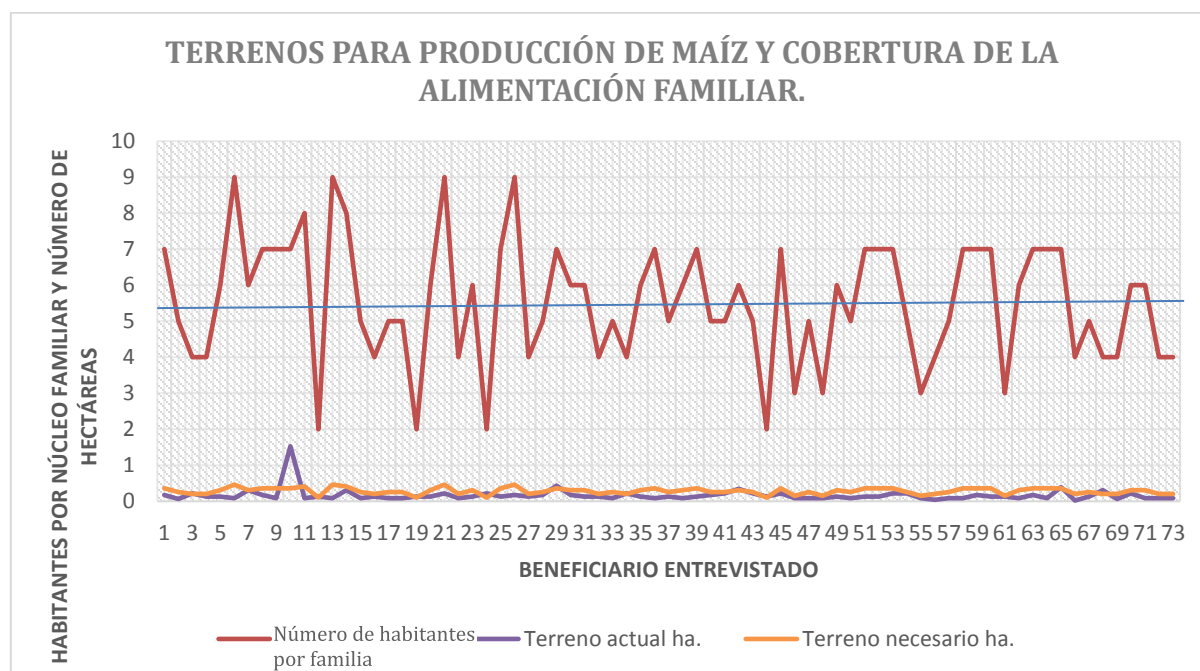


Figura 23. Distribución de los terrenos de producción su relación con el número de habitantes por familia de los agricultores entrevistados.

En la figura 23 se visualiza que el impacto en la alimentación familiar no es suficiente dadas las condiciones del cuadro 15, el potencial es limitado debido a que aún con el aumento de la producción. El número de habitantes por familia supera una media de cinco habitantes y el área media actual es de 0.17 ha por familia, como indica (Guatemala / EFE, 2015) el consumo anual promedio es de 116 kg por individuo. Para cubrir dicha necesidad en los núcleos actuales es necesario tener un área mínima 0.28 ha y con ello poder generar excedentes para comercializar a través de la implementación de prácticas de conservación de suelos. Cabe destacar que las personas no solo dependen de la producción de maíz ya que poseen más terrenos en los que cultivan; trigo, habas, arvejas, entre otros. como se observa en el cuadro siete.

El valor comercial actual de las producciones es de Q. 90,558.00, en las 4.48 ha en conservación generan un aumento de 2,720.18 kg cuyo valor comercial es de Q. 8,977.50. si el área total de 12.18 ha de maíz estuvieran bajo alguna práctica de conservación de suelos, el dicho valor neto podría alcanzar los Q. 114,036.00, cabe destacar que el rendimiento de maíz en las áreas de protección pertenece a prácticas cuyos índices de adopción no superan el 0.85 (85%) de las prácticas como tal.

Un análisis en época de cosecha en tres caseríos, indicó que, bajo las prácticas de conservación de suelos con el uso de terrazas en asocio con barreras vivas, las producciones de maíz pueden aumentar como se observa en el cuadro 17.

Cuadro 17. Evaluación de la producción de maíz en kg / ha en aldea Tzamjuyup, cosecha 2017.

| Caserío | Sin Conservación | Conservación | Diferencia de producción |
|------------|------------------|--------------|--------------------------|
| Pacachelaj | 2,273.6 | 2,929.8 | 656.2 |
| Sacasiguan | 2,158.9 | 3,356.5 | 1,197.6 |
| Chuichá | 1,573.8 | 2,138.2 | 554.4 |

En el cuadro 17 se observan los resultados de la medición de la producción de maíz en la cosecha 2017 a través de muestreos en terrenos donde se produce sobre estructuras de terrazas en asocio con barreras vivas. Dicho análisis considera una media de 802.7 kg/ha de maíz a favor de los terrenos con prácticas de conservación de suelos cuyo rango oscila entre 554.4 kg a un máximo de 1,197.6 kg. Sin embargo, (Reyes, 2011) informa que la producción de maíz en el año 2006 no superaba los 45 kilogramos por cuerda (435.86 m²) el equivalente a 1,032.4 kg/ha, (FAO, 2010) reporta que en la cosecha 2009/2010 las producciones medias para el departamento de Sololá tuvieron una media de 2 Tn/ha bajo condiciones sin conservación de suelos, esta información indica que la producción media de aldea Tzamjuyup se encuentra por encima de la media y que dicha producción puede mejorar bajo prácticas de conservación de suelos.

Bajo la perspectiva de los agricultores los impactos en el área de vivienda y educación se detallan en el cuadro 18 y 19.

Cuadro 18. Mejora de vivienda generada por el aumento de la producción en el cultivo de maíz.

| | | ¿Ha realizado mejoras en su hogar por la producción de maíz? | | | Total |
|---|----|--|-------|---------|-------|
| | | Regulares | Pocas | Ninguna | |
| Actualmente aplica los conocimientos en conservación de suelos? | SI | 1 | 3 | 69 | 73 |

Cuadro 19. Impacto en la educación de los niños a raíz del aumento de la producción en el cultivo de maíz.

| | | A raíz de una considerable mejora en sus cultivos, ¿considera que sus niños puedan optar por una educación superior?. | | | Total |
|---|----|---|----|-----------|-------|
| | | Si | No | Desconoce | |
| Actualmente aplica los conocimientos en conservación de suelos? | SI | 20 | 9 | 44 | 73 |

En el cuadro 18 se observa que, de 73 entrevistados, 69 no han realizado mejoras en la estructura de su vivienda debido a que sus ingresos no son suficientes para dicha actividad. En el cuadro 19 se observa que de los agricultores entrevistados 44 indicaron que desconocen si pueden apoyar a sus niños en el seguimiento de su formación académica, debido a la falta de ingresos económicos, 20 agricultores consideran que pueden apoyar a los infantes siempre que se mejore la producción y nueve consideran que no es posible brindarles educación a sus niños.

En relación al impacto que las acciones generadas por parte del ICC en conjunto de ADRI, actualmente se ha replicado como lo indica las figuras 24 y 25.

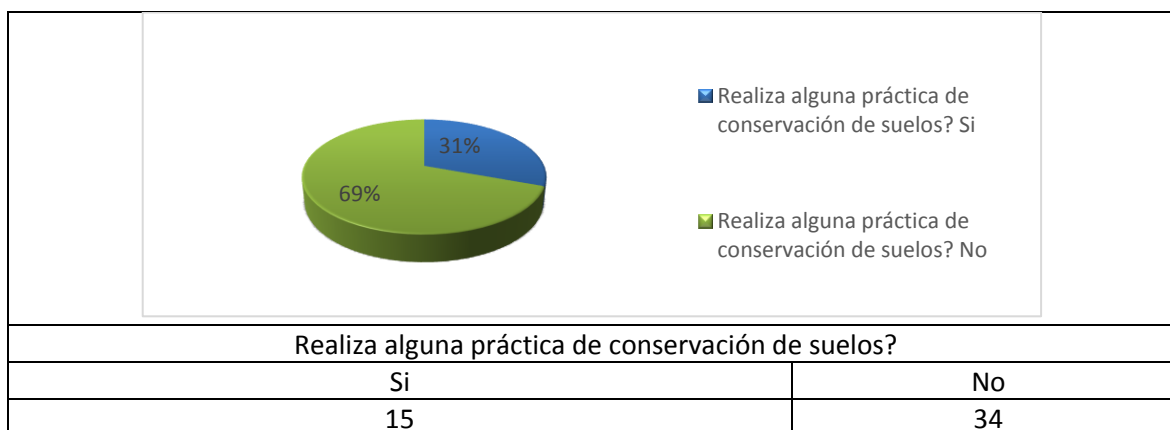


Figura 24. Replicación de prácticas de conservación de suelos con comunitarios de aldea Tzamjuyup.

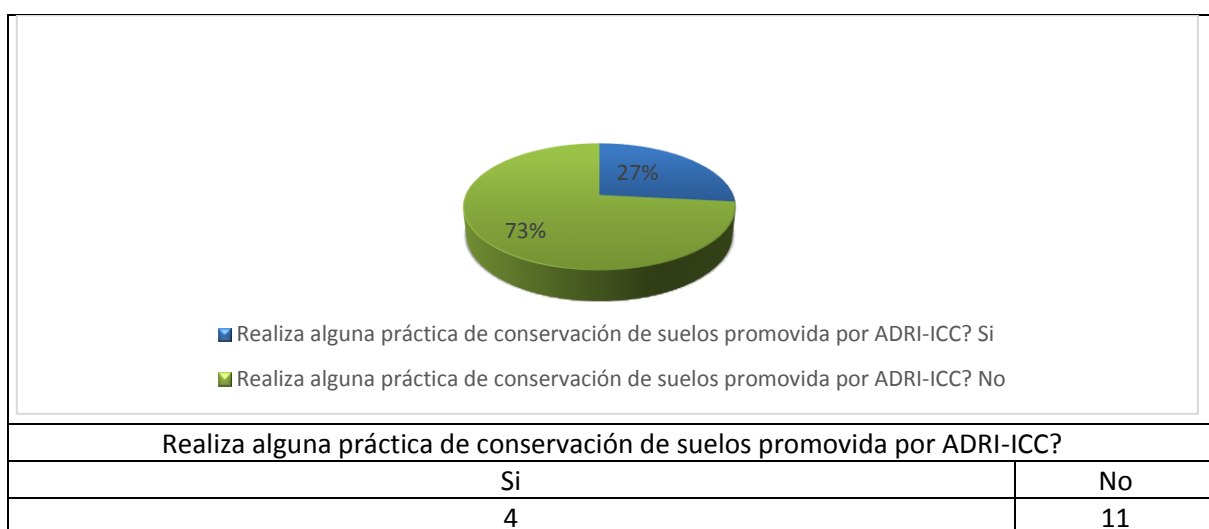


Figura 25. Prácticas de conservación replicadas por la influencia de las acciones del ICC & ADRI.

En la figura 24 se observa que de 49 entrevistados como parte de la muestra de la población beneficiada de forma indirecta, 15 agricultores afirmaron realizar alguna práctica de conservación de suelos, sin embargo, se observa en la figura 25 que cuatro personas han sido influenciadas directamente por las acciones de ICC & ADRI, los cuatro agricultores demostraron haber realizado dichas prácticas con el uso de pastos como barreras vivas. Con los datos generados a través de esta muestra de agricultores, se puede inferir que solo el 8% de los agricultores de los

caseríos de Tzamjuyup han adoptado las tecnologías promovidas por el ICC/ADRI. Puede considerarse que el efecto multiplicador de estas acciones es bajo, aunque es pertinente mencionar que la adopción de tecnología está en función de varios factores como: interés del agricultor en las prácticas promovidas, los costos de implementación de las prácticas, recursos disponibles, nivel de escolaridad, mano de obra disponible, entre otros

2.1. Síntesis:

Debido a que las prácticas de conservación de suelos han sido aplicadas en la producción de maíz y esta es utilizada para el autoconsumo, los impactos quedan bajo la perspectiva de los productores. El impacto económico se refleja en el aumento de la producción en las unidades bajo conservación de suelos y esta se ha cuantificado en 585 kg/ha, sin embargo, el análisis realizado en tres unidades en época de cosecha brindó información sobre un aumento medio de producción de 802.7 kg/ha, valor que para los beneficiarios no representa un impacto considerable debido a que sus propiedades en promedio suman 0.17 ha para producción de maíz.

Dicho valor no es suficiente para suplir las necesidades alimenticias de los entrevistados, sin embargo, el aumento percibido para los agricultores permitió conocer el impacto en las variables de estudio las cuales indicaron que a nivel de infraestructura cuatro personas (5.5%) han realizado alguna mejora en su vivienda, 12.32 % indican que no pueden brindarles educación a sus niños, 60.27% desconocen su situación a futuro, sin embargo, 30.13% consideran poder brindarles una mejor educación a sus niños independientemente a la actividad agrícola relacionada a la producción de maíz. La replicación de las acciones de transferencia de tecnología agrícola en la población que no estuvo involucrada, en la actualidad ha sido de cuatro personas (8.16%) del total de personas encuestadas en el tamaño de muestra y debido a que las labores las iniciaron en un periodo menor a un año, no cumplen con los criterios de la investigación este análisis.

En conclusión: A pesar de que las prácticas de conservación se han realizado en áreas pequeñas enfocadas a la producción de maíz, estas han generado impactos positivos los cuales se reflejan al extrapolar la información, los resultados a largo plazo serán de beneficio para el agricultor siempre y cuando el área de conservación se amplíe y se mantengan los estándares establecidos en el paquete tecnológico brindado por el asesor técnico.

3. ANALISIS DE LA EROSIÓN EN CUATRO LOCALIDADES

El análisis de erosión estuvo distribuido en cuatro localidades (figura 6), Caserío Pacachelaj, aldea Tzamjuyup, caserío Sacasiguan y caserío Chuichá. Se evaluaron dos flujos de erosión; canalizado y laminar. Para ello se utilizaron las herramientas VADEA (Valoración del Daño por Erosión Actual) y el método por clavos para medir ambas erosiones cuyos resultados se detallan en los cuadros 20 y 21.

Cuadro 20. Variables que determinan la medición del suelo erosionado con el método de VADEA.

| Formato de campo. | | | | | | | | |
|-------------------|-----------|------|--------------|------------------|--------------------|-----------------|-----------------------|--------------------------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Ubicación | Pendiente | Dap | Conservación | Número de surcos | Longitud media (m) | Ancho medio (m) | Profundidad media (m) | Tamaño del área m ² |
| Pacachelaj | 16° | 1.21 | Terrazas | 4 | 12.00 | 0.05 | 0.02 | 435.86 |
| | | 1.21 | Terrazas | 1 | 3.00 | 0.03 | 0.05 | 435.86 |
| | 34° | 1.07 | N.C | 7 | 2.70 | 0.08 | 0.03 | 435.86 |
| Tzamjuyup | 48° | 1.26 | B. vivas | 2 | 8.80 | 0.11 | 0.04 | 435.86 |
| | 48° | 1.22 | N.C | 4 | 9.60 | 0.07 | 0.04 | 435.86 |
| Sacasiguan | 7° | 1.19 | B. muerta | 0 | 0 | 0 | 0 | 217.93 |
| | 33° | 1.2 | N.C | 12 | 7.80 | 0.07 | 0.03 | 435.86 |
| Chuichá | 12° | 1.19 | Terrazas | 3 | 20.60 | 0.12 | 0.05 | 435.86 |
| | 42° | 1.16 | N.C | 10 | 18.00 | 0.10 | 0.08 | 217.93 |

Cuadro 21. Resultados de la masa de suelo erosionado con el uso del método de VADEA.

| Cálculos | | | | | | | | |
|------------|-----------|---------------------|-----------------------------|------------------------------------|---|-------------------------------------|------------------------------------|---|
| | | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Ubicación | Pendiente | Pérdida del suelo T | Pérdida de suelo Σ T | Área de daño actual m ² | Área de daño actual Σ m ² | Área de daño actual % de área total | Pérdida de suelo Σ /ha T/ha | Pérdida de suelo por área de daño actual (Σ /ha) T/ha |
| Pacachelaj | 16° | 0.06 | | 2.4 | | 0 | | |
| | | 0.01 | 0.06 | 0.07 | 2.47 | 0.56 | 1.42 | 253.43 |
| | 34° | 0.05 | 0.05 | 1.51 | 1.51 | 0.34 | 1.10 | 321.00 |
| Tzamjuyup | 48° | 0.09 | 0.09 | 1.94 | 1.94 | 0.44 | 2.21 | 504.00 |
| | 48° | 0.14 | 0.14 | 2.88 | 2.88 | 0.65 | 3.19 | 488.00 |
| Sacasiguan | 7° | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 33° | 0.24 | 0.24 | 6.55 | 6.55 | 1.49 | 5.35 | 360.00 |
| Chuichá | 12° | 0.44 | 0.44 | 7.42 | 7.42 | 1.68 | 10.01 | 595.00 |
| | 42° | 1.67 | 1.67 | 18 | 18 | 8.18 | 75.92 | 928.00 |

Utilizando la herramienta VADEA que se observa en el cuadro 21, los resultados indican que por flujo canalizado en el terreno sin prácticas de conservación de suelos donde se generan mayores pérdidas de dicho material se encuentra ubicada en caserío Chuichá con una remoción de 1.67 toneladas de suelo en una cuerda equivalente a 435.86 m², el área que menor pérdida presenta pertenece a la parcela ubicada en aldea Sacasiguan con una remoción de 0 sobre una terraza en asocio con barreras muertas y una pendiente de 7°. El método de VADEA al ser un método práctico, no es 100% preciso ya que los surcos varían durante su recorrido, sin embargo, permite tener una noción de la pérdida que puede existir bajo las condiciones documentadas con el uso de barreras vivas, barreras muertas, terrazas y producción de maíz de forma convencional. Las distribuciones de los surcos pueden observarse en la figura 26.



Figura 26. A) Surco de escorrentía formado dentro del cultivo de maíz sin práctica de conservación de suelos, B) Medición de la altura del surco de erosión en la estructura terrazas. Ambas en aldea Chuichá.

La distribución de las parcelas utilizadas para medir la erosión por Flujo canalizado y laminar, se pueden visualizar en la figura 27.

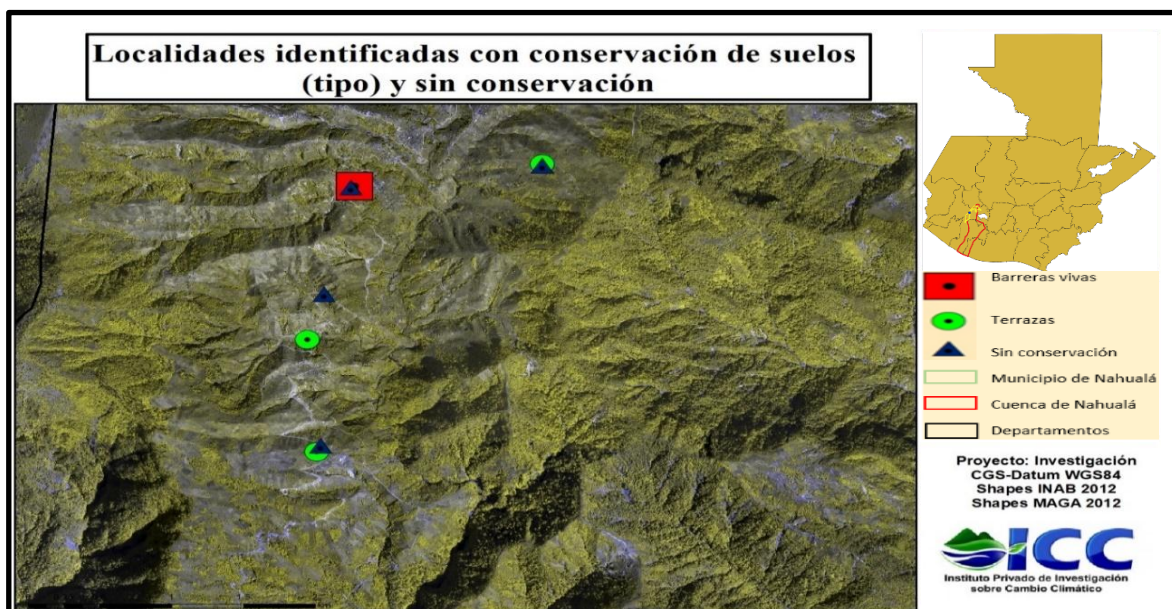


Figura 27. Distribución de las parcelas para medición de erosión por flujo canalizado y laminar.

En la figura 27 se observa la distribución de las parcelas utilizadas para la medición de pérdida de suelo por flujo laminar realizada en cuatro localidades. De las cuatro

ubicaciones, tres poseían prácticas de conservación de suelos y una ubicación sin dichas prácticas, los valores positivos representan la cantidad de suelo que es retenido y los valores negativos representan la masa de suelo que se erosionó, dos de las ubicaciones Chuichá y Pacachelaj cuyas características de estructura de conservación pertenecen al uso de terrazas de banca inclinada con soporte de barreras vivas, cuya pendiente oscila entre 12° a 16° respectivamente, presentan una retención por hectárea de 4.08 Tn hasta 10.97,. A su vez en las ubicaciones Sacasiguan y Tzamjuyup cuyas pendientes son de 33° a 48° respectivamente. donde no se aplica conservación de suelos y la parcela en estudio con la práctica de barreras vivas presentan una remoción de suelos que oscila entre 1.56 a 31 Tn/ha. Los resultados son presentados en el cuadro 22.

Cuadro 22. Variables acumuladas en un periodo de 30 días para la medición de erosión por flujo laminar en cuatro caseríos de aldea Tzamjuyup.

| | | Caserío | | | |
|---|-------------------------------------|--------------|----------------|------------------|--------------|
| | | Pacachelaj | Tzamjuyup | Sacasiguan | Chuichá |
| Densidad aparente | | 1.21 | 1.26 | 1.2 | 1.19 |
| Área de la parcela m | | 11.52 | 5.4 | 7.2 | 9.12 |
| Grados de inclinación | | 16° | 48° | 33° | 12° |
| Tipo de conservación | | Terrazas | Barreras vivas | Sin conservación | Terrazas |
| Índice de adopción | | 0.9 | 0.63 | | 1 |
| Número de roldanas | | 96.0 | 45.0 | 60.0 | 76.0 |
| 18/08/2017 | Precipitación acumulada mm | 3.0 | 3.0 | 3.8 | 0.0 |
| | Medición mm | 41.9 | 40.1 | 41.1 | 40.6 |
| | Diferencia con medición anterior mm | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | Diferencia con medición base mm | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 25/08/2017 | Precipitación acumulada mm | 14.0 | 17.0 | 25.2 | 31.5 |
| | Medición mm | 41.9 | 40.1 | 41.1 | 40.6 |
| | Diferencia con medición anterior mm | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | Diferencia con medición base mm | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1/09/2017 | Precipitación acumulada mm | 134.0 | 141.0 | 180.25 | 207.2 |
| | Medición mm | 43.0 | 40.6 | 42.4 | 41.1 |
| | Diferencia con medición anterior mm | -1.0 | 0.5 | 1.3 | 0.5 |
| | Diferencia con medición base mm | -1.0 | 0.5 | 1.3 | 0.5 |
| 8/09/2017 | Precipitación acumulada mm | 227.0 | 266 | 327.3 | 347.9 |
| | Medición mm | 43.4 | 41.6 | 42.5 | 42.5 |
| | Diferencia con medición anterior mm | 0.4 | 1.0 | 0.1 | 1.4 |
| | Diferencia con medición base mm | 1.5 | 1.5 | 1.4 | 2.0 |
| 14/09/2017 | Precipitación acumulada mm | 320.0 | 336.0 | 400.3 | 494.0 |
| | Medición mm | 41.0 | 42.6 | 41.3 | 40.2 |
| | Diferencia con medición anterior mm | -2.4 | 1.0 | -1.3 | -2.3 |
| | Diferencia con medición base mm | 0.9 | -2.47 | -0.1 | 0.3 |
| Kilogramos de suelo sedimentado o erosionado | | 12.63 | -16.78 | -1.12 | 3.72 |
| Toneladas de suelo sedimentado o erosionado/ ha. | | 10.97 | -31.07 | -1.56 | 4.08 |

Los valores obtenidos en el cuadro 22, en los terrenos donde se erosiona el suelo, no superan los resultados obtenidos en el año 2006 de un estudio de erosión con parcelas de escurrimiento a excepción del dato obtenido de 31 Tn/ha del terreno ubicado en Tzamjuyup cuya pérdida de suelo es superior a la permisible según, (Luna Lemus, 2015) indica la tasa de erosión permisible oscila entre 4.5 a 11.2 Tn/ha al año. La información del estudio de erosión realizado en el año 2006, se puede visualizar en el cuadro 23

Cuadro 23. Medición de erosión por flujo laminar con parcelas de escorrentía bajo cuatro coberturas en aldea Tzamjuyup en el año 2006.

| COBERTURA | MESES CON LLUVIA | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| | Mayo | | Junio | | Julio | | Agosto | | Septiembre | | Octubre | |
| | Escorrentía m ³ | Erosión promedio tm/ha | Escorrentía m ³ | Erosión promedio tm/ha | Escorrentía m ³ | Erosión promedio tm/ha | Escorrentía m ³ | Erosión promedio tm/ha | Escorrentía m ³ | Erosión promedio tm/ha | Escorrentía m ³ | Erosión promedio tm/ha |
| TRIGO | 2,066.89 | 28.72 | 2,836.49 | 42.57 | 1,669.81 | 18.04 | 771.71 | 14.22 | 2,060.57 | 13.02 | 1,537.79 | 8.62 |
| MAIZ | 1,869.21 | 28.57 | 2,565.21 | 41.33 | 1,510.10 | 18.15 | 697.90 | 14.27 | 1,863.50 | 15.59 | 1,390.72 | 12.69 |
| BOSQUE | 1,345.63 | 1.29 | 1,846.67 | 3.66 | 1,087.11 | 2.00 | 502.41 | 0.58 | 1,341.51 | 1.32 | 1,001.16 | 1.70 |
| SIN COBERTURA | 1,788.09 | 29.22 | 2,453.88 | 39.55 | 1,444.56 | 18.91 | 667.61 | 20.58 | 1,782.62 | 21.75 | 1,330.36 | 17.73 |

Fuente: Reyes (2011)

En relación a la figura 23, los datos proporcionados por la investigación de Reyes en el año 2011, indican que la segunda práctica que permite una mayor tasa de erosión es la del cultivar maíz bajo condiciones sin conservación de suelos.

Para determinar si la ubicación de las parcelas era la responsable de la diferencia en las medias de precipitación pluvial, se realizó una prueba de medias con el método de Duncan el cual se observa en el cuadro 24.

Cuadro 24. Análisis de varianza y prueba de medias para la variable precipitación en cuatro caseríos de aldea Tzamjuyup.

| Análisis de la varianza | | | | | |
|--|---------|--------|----------------|-------------------|---------|
| Variable | | N | R ² | R ² Aj | CV |
| Precipitación | | 128 | 0.01 | 0 | 154.18 |
| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | |
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
| Modelo. | 707.19 | 3 | 235.73 | 0.63 | 0.5978 |
| Ubicación | 707.19 | 3 | 235.73 | 0.63 | 0.5978 |
| Error | 46492.3 | 124 | 374.94 | | |
| Total | 47199.5 | 127 | | | |
| Test: Duncan Alfa=0.05 | | | | | |
| Error: 374.9379 gl: 124 | | | | | |
| Ubicación | | Medias | n | E.E. | |
| Pacachelaj | | 10 | 32 | 3.42 | A |
| Tzamjuyup | | 10.50 | 32 | 3.42 | A |
| Sacasiguan | | 14.30 | 32 | 3.42 | A |
| Chuichá | | 15.44 | 32 | 3.42 | A |
| Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05) | | | | | |

El análisis en el cuadro 24, indica que no existe diferencia significativa en las medias de la variable en estudio por lo tanto se considera que las ubicaciones no son las responsables de los diversos valores obtenidos en la precipitación. Para la medición de pérdida de suelo por flujo laminar, en el cuadro 25 se realizó un análisis de varianza y prueba de medias para analizar los valores obtenidos en este estudio.

Cuadro 25. Análisis de la varianza y prueba de medias para la pérdida de suelo por flujo laminar en las ubicaciones evaluadas

el tipo de conservación en las diferentes variedades

| Análisis de la varianza | | | | | |
|--|---------|----------------|-------------------|----------|---------|
| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV | |
| Suelo erosionado | 277 | 0.06 | 0.05 | 20309.71 | |
| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | |
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
| Modelo. | 362.48 | 3 | 120.83 | 6.24 | 0.0004 |
| Ubicación | 362.48 | 3 | 120.83 | 6.24 | 0.0004 |
| Error | 5283.39 | 273 | 19.35 | | |
| Total | 5645.87 | 276 | | | |
| Test: Duncan Alfa=0.05 | | | | | |
| Error: 19.3531 gl: 273 | | | | | |
| TIPO DE CONSERVACIÓN | Medias | n | E.E. | | |
| Barrevas vivas en Tzamjuyup. | -2.47 | 45 | 0.66 | A | |
| No conservación, Sacasiguan.. | -0.13 | 60 | 0.57 | | B |
| Terrazas, Chuichá | 0.34 | 76 | 0.5 | | B |
| Terrazas, Pacachelaj | 0.91 | 96 | 0.45 | | B |
| Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05) | | | | | |

El análisis de medias en el cuadro 25, indica que existe diferencia significativa en la ubicación de Tzamjuyup bajo la práctica de conservación de suelos con barreras vivas y agrupa a las prácticas con terrazas y no conservación en un solo conjunto ya que estas no poseen diferencias significativas.

Se realizó un análisis del elemento Fosforo debido a que el cultivo de maíz absorbe en mayores cantidades dicho elemento hasta 8 kilogramos por tonelada de grano y no se reincorpora al suelo, se realizó un análisis de este elemento en terrenos con prácticas de conservación y sin estas, en cuatro localidades; caserío Chuichá, caserío Pacachelaj, caserío Sacasiguán y aldea Tzamjuyup. Los resultados se visualizan en la figura 28.

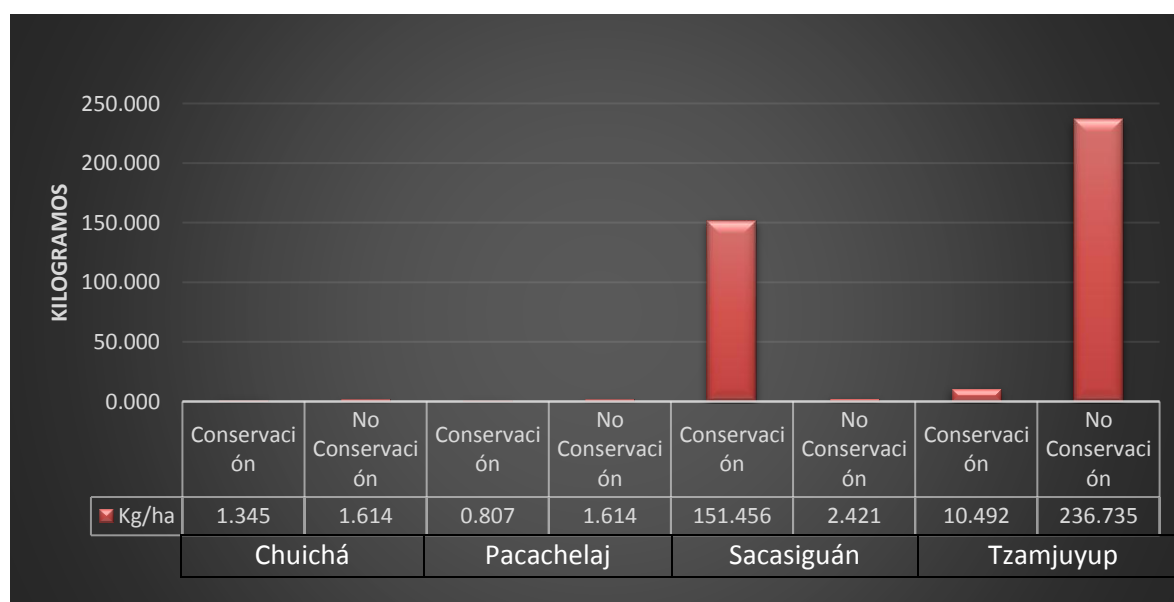


Figura 28. Fosforo intercambiable Kg/ha en las localidades en estudio relacionadas al efecto de la conservación de suelos.

Los resultados de la figura 28 relacionados a la fertilidad de los suelos en las áreas estudiadas, el elemento fósforo, se cuantificó en 151.46 kg/ha en la localidad de Sacasiguán bajo la práctica de barreras muertas y en el terreno sin conservación de la misma localidad 2.42 kg/ha, sin embargo, se considera el efecto de sedimentación debido a que la unidad con barreras muertas se encuentra en las cercanías de un afluente. el análisis de barreras vivas y no conservación en aldea Tzamjuyup en el

terreno sin conservación se cuantifican 236.73 kg/ha de dicho elemento en contraste con el terreno en conservación con el uso de barreras vivas en las que se cuantifican 10.49 kg/ha. (Enriquez, 2015) indica que aún en áreas relativamente homogéneas por tipo de suelo, esta fertilidad intrínseca incluyendo el elemento fósforo, así como otras propiedades del suelo, pueden ser modificadas en el tiempo debido a la aplicación de ciertas prácticas de manejo agrícola como fertilización, el encalado y el manejo de rastrojos.

3.1. Síntesis:

El uso de la herramienta VADEA aportó información sobre la pérdida de suelo por surcos, a pesar de que dicha herramienta no es de alta precisión, es una manera práctica de obtener información sobre la pérdida de suelos que sucede en cortos periodos de tiempo ya que el terreno no se puede aislar como con una parcela de escurrimiento o usando el método de clavos, los resultados indican que el terreno que presenta mayores pérdidas de suelo está ubicado en Chuichá bajo condiciones normales de producción sin estructura de conservación. La medición de suelo por flujo laminar aportó datos en un periodo de tiempo de 30 días los cuales indican que la práctica de conservación de suelos que mayor efectividad posee bajo las condiciones que se presentan en dicho estudio, es el uso de terrazas.

Los datos del elemento fósforo presentan discrepancias como se observa en la figura 28 en el terreno bajo conservación de suelos, se desconoce el historial del uso de esos suelos para inferir que factor o factores inciden en esta situación como indica (German & Meza) el fósforo es un elemento que puede perderse a través de las cosechas obtenidas, escorrentía y erosión de los suelos. Las ganancias pueden obtenerse a través de la meteorización lenta del material parental y la aplicación de fertilizantes fosfatados. En el caso de los suelos del altiplano al ser de origen volcánico se considera que el valor del fósforo obtenido proviene de las partes altas. Se asume que los factores que influyeron en la diferencia marcada en la localidad de Tzamjuyup se pueden mencionar la ubicación de una vivienda terreno arriba del

terreno con conservación, lo que provocó se formara más escorrentía superficial al momento de lluvias y generando mayor erosión de suelos. Aunado a una acumulación de deposición de suelos en el terreno con conservación, debido al efecto barrera de la vivienda, por lo que parte del suelo erosionado terreno arriba tomó otro rumbo. En conclusión: VADEA es una herramienta útil para generar información de pérdida de suelo en periodos cortos de tiempo. A través de este estudio la práctica de conservación que mejores resultados presentó en la reducción o retención de suelos, es el uso de terrazas.

VI. CONCLUSIONES.

1. Los índices alcanzados en las prácticas de conservación de suelos fueron dos; a) prácticas aceptables con oportunidades de mejora (0.75 – 1): manejo de rastrojos, barreras muertas y barreras vivas, b) en el índice adopción media con alerta de deserción (0.5- 0.75) curvas a nivel.
2. La práctica de conservación de suelos de mayor aplicación a nivel comunitario es el uso de barreras vivas ya que es utilizada por el 88.6% de los entrevistados.
3. El impacto de la transferencia de tecnología agrícola promovida por el ICC ha alcanzado al 8.16 % de la población indirecta en estudio.
4. Se cuantificó un incremento de 3.68 ha de cultivo bajo prácticas de conservación de suelos, pasando de 0.48 ha en el año 2013 a 4.63 ha en el año 2017.
5. Se ha tenido un aumento de 585 kg/ha en la producción de maíz bajo prácticas de conservación y la medición directa en campo confirmó un aumento promedio de 802.7 kg/ha
6. El rendimiento de maíz de 147.15 kg/0.06 ha por año, no es suficiente para cubrir las necesidades alimentarias de las familias conformadas en promedio por cinco personas.
7. Según los entrevistados, por la venta de los excedentes en la producción de maíz con conservación de suelos, el 5.5 % asegura realizar mejoras en su vivienda.
8. El 30.13% de los entrevistados consideran brindar una educación a sus niños si la conservación de suelos permite mayores cosechas.
9. La práctica de conservación de suelos más eficiente es el uso de terrazas en asocio con barreras vivas o muertas.
10. La pérdida de suelos por flujo canalizado oscila entre 1.1 a 75.9 Tn/ha En los terrenos que no poseen prácticas de conservación de suelos durante esta investigación.

VII. RECOMENDACIONES.

1. Para mejorar los índices de adopción, las entidades ICC & ADRI deben continuar con la injerencia en los agricultores a través de capacitaciones prácticas, por medio de talleres, parcelas demostrativas y un vivero donde se puedan reproducir los materiales de sauco (*Sambucus sp.*) y/o falsa poa (*Holcus Lanatus*) para ser utilizados como incentivos en los agricultores y que estos se utilicen en las demás extensiones de terrenos, ya que el uso de barreras vivas es una práctica aceptada por los entrevistados en un 88.6 %.
2. ICC & ADRI deben considerar promover en los agricultores la diversificación de ingresos a través del uso de cultivos permanentes como frutales y maderables ya que esto a mediano plazo presenta una alternativa para reducir la labranza del suelo y mejoraría la tasa de ingresos económicos por familias.
3. Se debe generar investigación aplicada para que en el tiempo se mejoren los paquetes tecnológicos para el cultivo de maíz (semillas mejoradas, densidades de siembra, manejo integrado del cultivo, entre otras) y sea más eficiente la conservación de suelos.
4. Aplicar VADEA en los puntos de observación para generar y comparar información con años anteriores en las estructuras de conservación de suelos.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Alarcón, J. (2013). *Capacitaciones sobre prácticas de conservación de suelos en la aldea Tzamjuyub, Nahualá, Sololá*. (Informe Final de Servicios), Mazatenango, Such. GT. USAC. CUNSUROC.
2. Alarcón, J. (2013). *Uso actual de las terrazas para el cultivo del sistema maíz y frijol, y su aceptación en la aldea de Tzamjuyub, Municipio de Nahuala, departamento de Sololá*. (Diagnostico), CUNSUROC.
3. Blanco, R. (s.f.). *Educación y desarrollo humano*. Recuperado el 12 mayo de 2018, de <http://www.monografias.com/trabajos109/educacion-y-desarrollo-humano/educacion-y-desarrollo-humano.shtml>.
4. CTHA. Centro Tecnológico de Hidrología Ambiental (s.f.). *Metodología clavos de erosión*. Recuperado el 15 de febrero de 2017, de http://eias.utralca.cl/Docs/pdf/Publicaciones/manuales/jmetodologia_clavos_erosion.pdf
5. Damián Huato, M. Á. (2009). *Método para evaluar el empleo adecuado de tecnología*. Universidad Chapingo, (Revista de Geografía Agrícola núm. 43). Mexico. Recuperado de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjE3aiB_9vSAhVC9mMKHbnsBecQFggBMAA&url=https%3A%2F%2Fchapingo.mx%2Frevistas%2Fphpscript%2Fdownload.php%3Ffile%3Dcompleto%26id%3DMjl3Ng%3D%3D&usg=AFQjCNFNWYocfrPuZx9AClu_iHyhQGZy9g&s
6. Enríquez, C. (2015). *Efecto del uso del suelo sobre las formas de fósforo de un andisol*. Universidad de Costa Rica, Centro de Investigaciones Agronómicas. Recuperado el 10 de abril de 2018, de http://www.mag.go.cr/rev_agr/v39n03_079.pdf
7. FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2000). *Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos*. Recuperado el 14 de marzo de 2017, de <http://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/329722/> <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/lw8s.pdf>
8. FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations (23 de febrero de 2010). *Evaluación de cosecha y seguridad alimentaria en Guatemala*. Recuperado el 10 de marzo de 2018, de <http://www.fao.org/docrep/012/ak344s/ak344s00.htm>

9. Germán, M., & Meza, D. (s.f.). *El fósforo elemento indispensable para la vida vegetal*. Universidad Tecnológica de Pereira, Programa de Tecnología Química, Pereira. Recuperado el marzo de 2018, de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/&handle/11059/5248/el%20fosforo%20elemento.pdf?sequence=1>

10. Guatemala / EFE. (23 de septiembre de 2015). *El maíz guatemalteco es una riqueza única resistente al cambio climático*. Prensa Libre Guatemala. Recuperado el septiembre de 2017, de <http://www.prensalibre.com/economia/el-maiz-guatemalteco-es-una-riqueza-unica-resistente-al-cambio-climatico>

11. ICC. Instituto Privado de Investigación sobre el Cambio Climático. (2013). Diagnóstico de amenazas y prácticas de adaptación para reducir el impacto en el municipio de Nahualá, departamento de Sololá. Recuperado el 12 de abril de 2017.

12. ICC. Instituto Privado de Investigación sobre el Cambio Climático. (2013). *Propuesta del proyecto Mecanismo de transferencia de tecnología para cambio climático*. (Infome). Recuperado en abril de 2017.

13. IICA. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (1999). *Obras de conservación de suelos y agua en laderas*. Recuperado en septiembre de 2017, de <http://repiica.iica.int/docs/b3470e/b3470e.pdf>

14. INIA. Instituto de Investigaciones Agrícolas. (1999). *Curso de capacitaciones para operadores del programa de recuperación de suelos degradados*. Recuperado el 27 de marzo de 2017, de http://biblioteca.inia.cl/link.cgi/Catalogo/Actas/471_curso_de_capacitacion_para_operadores_del_programa_de_recuperacion_de_suelos_degradados_inda.act

15. IPCC. Panel Intergubernamental del Cambio Climático (2014). Recuperado el 28 de marzo de 2017, de https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_es.pdf

16. Luna, Lemus, M. F. (2015). *Estimación de la erosión hídrica para su gestión en la parte alta de la cuenca del río pixcayá*. (Estudio especial). Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado el 14 de julio de 2018, de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0502_MT.pdf

17. Menocal Villagran, J. C. (2011). *La importancia para el notario de conocer el sistema de conversión de medidas agrarias al sistema métrico decimal e interpretación básica de planos*. (Tesis), Universidad San Carlos de Guatemala, Ciencias jurídicas y sociales, Guatemala. Recuperado el 15 noviembre de 2017, de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/04/04_9144.pdf

18. PASOLAC. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central. (2005). *Manual de metodos sencillos para estimar la erosión hidrica*. (Manual técnico), Managua. Recuperado el 20 de mayo de 2017, de https://www.researchgate.net/publication/259952614_Manual_de_metodos_sencillos_para_estimar_erosion_hidrica

19. PASOLAC. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (junio de 2006). *Cartografía de Cuencas Hidrográficas de el Salvador*. Recuperado el 14 de febrero de 2017, de <http://cartografia.mag.gob.sv/index.php/documentacion-tecnica/category/4-guias-tecnicas#>

20. PNUD. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2011). *Cifras para el desarrollo humano, Sololá*. Recuperado el 10 marzo de 2018, de <http://www.desarrollohumano.org.gt/fasciculos/pdfs/d7.pdf>

21. Ramírez, G. I. (7 de julio de 2016). Economía. *¿Por qué en Guatemala compramos por libra y no por kilo?* Guatemala. Recuperado el 11 de noviembre de 2017, de <http://www.prensalibre.com/economia/economia/pais-debe-corregir-uso-de-medidas>

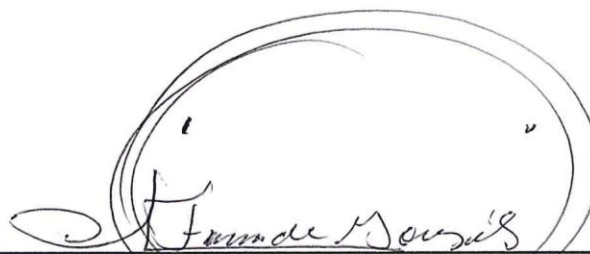
22. Reyes, L. (2011). *Diagnóstico general de los recursos naturales renovables y determinación de la erosión hídrica y servicios prestados en la aldea tzamjuyup, nahualá, sololá*. (Trabajo de Graduación), Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado el 11 de marzo de 2017, de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/6865/1/Luis%20Enrique%20Reyes%20Garc%C3%ADa.pdf>

23. Scheaffer, R. (1986). *Elementos de muestreo* (tercera ed.). Recuperado el 12 de marzo de 2017, de https://issuu.com/hectorm.delossantos-posadas/docs/elementos_de_muestreo_-_schaffer_et

24. UNA. Universidad Nacional Agraria. (2005). *Manual de metodos sencillos para estimar la erosión hidrica*. Managua. Recuperado el 12 de marzo de 2017 de https://www.researchgate.net/profile/Matilde_Somarriba-Chang/publication/259952614_Manual_de_metodos_sencillos_para_

estimar_erosion_hidrica/links/0deec52eac6bcd94000000/Manual-de-metodos-sencillos-para-estimar-erosion-hidrica.pdf

25. UNESCO. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2009). Propuesta de un modelo de estimación de erosión hídrica para la región de Coquimbo, Chile. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002163/216337s.pdf>
26. UNICEF. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (2011). *La adolescencia una época de oportunidades*. Recuperado el 11 de mayo de 2018, de https://www.unicef.org/bolivia/UNICEF_-_Estado_Mundial_de_la_Infancia_2011_-_La_adolescencia_una_epoca_de_oportunidades.pdf
27. Voorend, K., Anker, R., & Anker, M. (2018). *Informe sobre salario digno área rural de Guatemala*. Guatemala. Recuperado el 12 de abril de 2018, de https://www.isealalliance.org/sites/default/files/resource/2018-04/2018_Guatemala_%20Final_Report_ESPA%C3%91OL.pdf



Vb.Bo. Lcda. Ana Teresa de González
Bibliotecaria CUNSUROC



IX. ANEXOS

ANEXO I

Cuadro 26. Ponderación de los criterios a utilizar para evaluar el paquete tecnológico en manejo y conservación de suelos

| Opción Tecnológica | Variables discriminantes | Criterios para determinar la adopción | Valor por criterio | Valoración | Valor Total | Valor Obtenido |
|-----------------------------|----------------------------------|--|--------------------|------------|-------------|----------------|
| Curvas a nivel | Área de utilización | 100 % del área cultivada | 60 | | 100 | |
| | Forma de trazado | Nivel "A" | 30 | | | |
| | Tiempo de implementación | No menor a 3 años | 10 | | | |
| Terrazas de banca inclinada | Condiciones de las terrazas | Funcionales | 40 | | 100 | |
| | Área de utilización | 100 % del área cultivada | 30 | | | |
| | Altura del talud | 70-80 cm | 10 | | | |
| | Ancho entre terrazas | 3.3 metros | 10 | | | |
| | Pendiente | No mayor al 20 % | 5 | | | |
| | Tiempo de implementación | No menor a 3 años | 5 | | | |
| Barreras Vivas | Condiciones de las barreras | vigorosidad (1 - 10) | 50 | | 100 | |
| | Área de utilización | 100 % del área cultivada | 30 | | | |
| | Especies utilizadas | Vetiver, Zacate limón | 10 | | | |
| | Distancia entre barreras | 4 - 10 metros | 5 | | | |
| | Tiempo de implementación | No menor a 3 años | 5 | | | |
| | | | | | | |
| Barreras muertas | Condiciones de las barreras | 100 % de la estructura | 50 | | 100 | |
| | Área de utilización | 100 % del área cultivada | 20 | | | |
| | Materiales utilizados | Rocas, rastrojos, madera | 15 | | | |
| | Distancia entre barreras | 4-6 metros | 10 | | | |
| | Tiempo de implementación | No menor a 3 años | 5 | | | |
| | | | | | | |
| Manejo de rastrojos | No quema en la unidad productiva | 100 % del área de producción | 50 | | 100 | |
| | Utilización de rastrojo | Incorporación en parcela | 30 | | | |
| | | Alimentación de ganado (sin pastoreo directo) | 5 | | | |
| | | Alineado como barrera muerta en curvas a nivel | 5 | | | |
| | | uso energético hogareño | 5 | | | |
| | | | | | | |
| | Tiempo de implementación | No menor a 3 años | 5 | | | |

ANEXO II

Monitoreo y seguimiento proyecto: **Mecanismo de transferencia de tecnología para productores de granos básicos en la vertiente del Pacífico guatemalteca (2013).**

Elemento de encuesta para conocer el impacto de la tecnología agrícola en conservación de suelos, promovidas como prácticas de adaptación al cambio climático en aldea Tzamjuyup, Nahualá Sololá.

Boleta para quienes recibieron las capacitaciones en el año 2013

Ubicación geográfica: Latitud _____, Longitud _____

Boleta No.

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

Fecha de entrevista/visita: _____

Instrucciones:

Con cortesía preséntese el encuestador, identifíquese con su correspondiente gafete institucional, y explique con palabras sencillas el propósito de la presente encuesta. Marque una "X" sobre la respuesta que se le plantea al entrevistado o anotar la información proporcionada en la casilla correspondiente.

Presentación del encuestador:

Buen día, el motivo de la visita es para preguntarle algunas cuestiones en torno al desarrollo y beneficios (impacto) de sus cultivos agrícolas, y comparar su producción desde el 2013 para el 2017. Por su atención, le queremos agradecer todas las molestias y su valioso tiempo.

A. INFORMACIÓN DEL ENCUESTADO:

1. Nombres y apellidos: _____
2. Comunidad: _____ Código: ()
3. ¿Cuántos años tiene? _____
4. ¿Cuál fue su último grado de escolaridad?
 - 4.1. Ninguno (1)
 - 4.2. Primaria (2)
 - 4.3. Básico (3)
 - 4.4. Bachiller (4)
5. ¿Cuántas personas conforman su hogar? _____
 - 5.1 Niños (0-11)= _____
 - 5.2 (12-17) Jóvenes= _____
 - 5.3 Adultos (18-55)= _____
 - 5.4 Adultos mayores (+56)= _____
6. ¿El terreno que utiliza es propio o arrendado/municipal?

7. ¿Cuánta área de terreno posee y como se distribuye (cuerdas)?
Cultivo 1 _____ Cultivo 2 _____ Casa _____
Ganadería _____ Otro _____
8. ¿Cuáles son las principales actividades de donde provienen sus ingresos económicos o alimentos?
R/ _____

9. ¿Cuál es la condición del terreno?
Ladera (inclinado) _____ Ondulado _____ Plano _____
10. ¿Quién toma las decisiones de que hacer dentro de la unidad productiva (terreno)?

11. De forma descriptiva a criterio ¿Qué tipo de suelo existe en el terreno del entrevistado?
Suelo negro _____ Barroso (arcilloso) _____ Arenoso _____ Pedregoso _____

B. MANEJO AGRONOMICO

1. ¿Qué cultivos son los que implementa en su terreno y al cuanto tiempo realiza la cosecha después de la siembra?
- | | Área | Rendimiento |
|-----------------|-------------|-------------|
| 1.1. Maíz | (1) _____ | |
| 1.2. Frijol | (2) _____ | |
| 1.3. Trigo | (3) _____ | |
| 1.4. Hortalizas | (4) _____ | |
| 1.5. Habas | (5) _____ | |
| 1.6. Otros | _____ | |
2. ¿Qué tipo de insumo utiliza para nutrir sus suelos?
- | | |
|-----------------------------|-------|
| 2.1. Gallinaza | (1) |
| 2.2. Fertilizante Sintético | (2) |
| 2.3. Cerdasa | (3) |
| 2.4. Bovinasa | (4) |

2.5. Mezcla (humus del bosque) (5)

3. Si su respuesta es mezcla (2.5) indicar donde aprendió la técnica

3.1. Institución (1) Nombre _____

3.2. Vecino (2)

3.3. Conocimiento trans-generacional (herencia familiar) (3)

4. ¿De las opciones de nutrición de suelos, cuanto aplica por cuerda?

R/ _____

5. ¿Cómo controla las malezas?

5.1. Herbicida (1)

5.2. Manual (machete) (2)

5.3. Manual (azadón) (3)

Si su respuesta es herbicida, mencione el nombre del herbicida que utiliza

R/ _____

6. ¿Cuántas veces por ciclo productivo controla las malezas?

Mencione en que momentos realiza el control y los métodos utilizados

R/ _____

7. ¿Cuántas veces por ciclo productivo realiza el aporque y porque realiza esta técnica?

R/ _____

8. ¿Qué plagas son predominantes en sus cultivos y que método utiliza para controlarlas?

R/ _____

—

C. ADOPCIÓN DE LAS TECNICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA.

1. ¿Utiliza aún los conocimientos y lo aprendido en las capacitaciones sobre conservación de suelos y agua? (promovidas por ICC-ADRI)

1.1. Si ()

1.2. No ()

2. Después de las capacitaciones otorgadas por ICC-ADRI ¿Alguna otra institución le ha brindado apoyo en el manejo de conservación de suelos? (Si) (No)

Si su respuesta es “sí” indicar el nombre de la institución y la fecha en la que se realizaron las capacitaciones.

R/ _____

3. ¿Qué técnicas de conservación de suelos y agua aplica o utiliza?

| | | Sí | No |
|--|-------|-----|-----|
| 3.1. Terrazas | (1) | () | () |
| 3.2. Barreras vivas | (2) | () | () |
| 3.3. Barreras muertas | (3) | () | () |
| 3.4. Curvas a nivel | (4) | () | () |
| 3.5. Abonos orgánicos | (5) | () | () |
| 3.6. Manejo de rastrojos | (6) | () | () |
| 3.7. Sistemas agroforestales | (7) | () | () |
| 3.8. Uso de material genético nativo adaptado. | (8) | () | () |
| 3.9. Otras | (9) | () | () |

Si su respuesta es Otras (3.9) indicar la técnica y donde la aprendió

R/ _____

4. Validar la información utilizando la boleta de ponderación del índice de adopción.

5. ¿En cuánta área aplica estas prácticas o tecnologías promovidas?

6. ¿Cuáles son las razones, si aplica o no la tecnología promovida?

7. Si en dado caso la tecnología ha sido abandonada ¿Cuáles fueron las razones del abandono?

D. IMPACTO ECONOMICO

1. ¿De cuatro años al presente considera que la conservación de suelos que aplicó ha influido positivamente en el rendimiento de sus cultivos? **Si su respuesta es 1.3 ó 1.4 saltar el inciso 2 – 4 y sección E, si su respuesta es 1.1 o 1.2 continúe la sección E completa**

- | | |
|--------------------|-------|
| 1.1. Mucho | (1) |
| 1.2. Regular | (2) |
| 1.3. Poco | (3) |
| 1.4. Ningún cambio | (4) |

Cual fuese su respuesta, indicar porque considera dicho resultado.

R/ _____

2. Considerando la influencia de la conservación de suelos, si ha surgido un cambio en el rendimiento de los cultivos, indicar en que momento observó dichos cambios.

R/ _____

3. Considerando las cosechas previas a las capacitaciones e implementación de conservación de suelos. ¿Cuál ha sido el aumento en el rendimiento de sus cultivos por cuerda después de implementadas las acciones?

R/ _____

4. De las cosechas que obtiene de su cultivo ¿Posee excedentes para comercializar?

4.1. . (Si) (No)

Si su respuesta es “Sí” podría indicar de cuanto es su excedente y el precio promedio en el que se comercializa.

R/ _____

5. ¿La práctica de conservación con barreras vivas le ha sido de utilidad para la alimentación para el ganado menor y mayor?

5.1. (Si) (No)

Si su respuesta es “sí” explique cuantas raciones obtiene por cuerda.

R/ _____

E. IMPACTO SOCIAL (VIVIENDA, SALUD, EDUCACIÓN)

1. A través de la conservación de suelos y los cambios positivos que se hayan generado en su cultivo. ¿Las mejoras que haya realizado en su vivienda con el excedente comercializado han sido?

1.1. Muchas (1)

1.2. Regulares (2)

1.3. Pocas (3)

1.4. Ninguna (4)

Cual fuese su respuesta indicar el porqué de su elección.

R/ _____

2. De cuatro años atrás ¿Cómo considera que la disponibilidad de alimentos para su familia ha mejorado a raíz de la conservación de suelos en sus cultivos?

2.1. Si ha mejorado (1)

2.2. ha empeorado (2)

2.3. Estamos igual (3)

Si ha mejorado la alimentación de su familia. ¿Podría indicar cuales han sido esos cambios?

R _____

3. A raíz de una considerable mejora en sus cultivos por la conservación de suelos. ¿Considera que sus niños puedan optar por una educación superior a la primaria?

3.1. (Si) (No)

Cual fuese su respuesta se debe explicar las razones.

R _____

F. OBSERVACIONES

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

ANEXO III

Monitoreo y seguimiento proyecto: **Mecanismo de transferencia de tecnología para productores de granos básicos en la vertiente del Pacífico guatemalteca (2013).**

Elemento de encuesta para conocer el impacto de la tecnología agrícola en conservación de suelos, promovidas como prácticas de adaptación al cambio climático en aldea Tzamjuyup, Nahualá Sololá.

Boleta para quienes no recibieron las capacitaciones en el año 2013

Ubicación geográfica: Latitud _____ Longitud _____

Boleta No.

| | | |
|--|--|--|
| | | |
|--|--|--|

Fecha de entrevista/visita _____

Instrucciones:

Con cortesía preséntese el encuestador, identifíquese con su correspondiente gafete institucional, y explique con palabras sencillas el propósito de la presente encuesta. Marque una "X" sobre la respuesta que se le plantea al entrevistado o anotar la información proporcionada en la casilla correspondiente.

Presentación del encuestador:

Buen día, el motivo de la visita es para preguntarle algunas cuestiones en torno al desarrollo y beneficios (impacto) de sus cultivos agrícolas, y comparar su producción desde el 2013 para el 2017. Por su atención, le queremos agradecer todas las molestias y su valioso tiempo.

A. INFORMACIÓN DEL ENCUESTADO:

1. Nombres y apellidos: _____
2. Comunidad: _____ Código: ()
3. ¿Cuántos años tiene?
4. ¿Cuál fue su último grado de escolaridad?
 - 4.1. Ninguno (1)
 - 4.2. Primaria (2)
 - 4.3. Básico (3)
 - 4.4. Bachiller (4)
5. ¿Cuántas personas conforman su hogar?
 - 5.1 Niños (0-11)= _____
 - 5.2 (12-17) Jóvenes= _____
 - 5.3 Adultos (18-55)= _____
 - 5.4 Adultos mayores (+56)= _____
6. ¿El terreno que utiliza es propio o arrendado?

7. ¿Cuánta área de terreno posee y como se distribuye?

8. ¿Cuáles son las principales actividades de donde provienen sus ingresos económicos o alimentos?

R/ _____

9. ¿Cuál es la condición del terreno?

Ladera (inclinado) _____ Ondulado _____ Plano _____

10. ¿Quién toma las decisiones de que hacer dentro de la unidad productiva (terreno)

11. De forma descriptiva a criterio ¿Qué tipo de suelo existe en el terreno del entrevistado?

Suelo negro _____ Barroso (arcilloso) _____ Arenoso _____ Pedregoso _____

B. MANEJO AGRONOMICO.

9. ¿Qué cultivos son los que implementa en su terreno y al cuanto tiempo realiza la cosecha después de la siembra?

| | Área | Rendimiento/cuerda |
|-----------------|-------------|--------------------|
| 9.1. Maíz | (1) _____ | |
| 9.2. Frijol | (2) _____ | |
| 9.3. Trigo | (3) _____ | |
| 9.4. Hortalizas | (4) _____ | |
| 9.5. Habas | (5) _____ | |

Otros/observaciones

10. ¿Qué tipo de insumo utiliza para nutrir sus suelos?

| | | |
|-------|---------------------------|-------|
| 10.1. | Gallinaza | (1) |
| 10.2. | Fertilizante Sintético | (2) |
| 10.3. | Cerdasa | (3) |
| 10.4. | Bovinasa | (4) |
| 10.5. | Mezcla (humus del bosque) | (5) |

11. Si su respuesta es mezcla (2.5) indicar donde aprendió la técnica

11.1. Institución (1)

Nombre _____

11.2. Vecino (2)

11.3. Conocimiento trans-generacional (herencia familiar) (3)

12. ¿De las opciones de nutrición de suelos, cuanto aplica por cuerda?

R/ _____

C. REPLICACIÓN Y ADOPCIÓN DE MEDIDAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS

13. ¿Usted practica en su terreno algunas de estas medidas de conservación de suelos?

| | | Sí | No |
|-------|---------------------|-------|-----|
| 13.1. | Terrazas | (1) | () |
| 13.2. | Barreras vivas | (2) | () |
| 13.3. | Barreras muertas | (3) | () |
| 13.4. | Curvas a nivel | (4) | () |
| 13.5. | Abonos orgánicos | (5) | () |
| 13.6. | Manejo de rastrojos | (6) | () |
| 13.7. | Otras | (7) | () |

Si su respuesta es Otras (2.7) indicar la técnica y donde la aprendió

R/ _____

Si no aplica ninguna de las prácticas de los incisos anteriores, finalizar la encuesta.

14. Validar la información utilizando la boleta de ponderación del índice de adopción

15. Si su respuesta indica que no realiza ninguna práctica de conservación de suelo y agua, favor de indicar las razones por las cuales no realiza ninguna acción de las antes mencionadas. **Si su respuesta es negativa finalizar la encuesta**

R/ _____

16. Si su respuesta indica que realiza prácticas de conservación de suelos y agua indicar las razones por las cuales las ha implementado.

R/ _____

17. ¿En qué año implementó las labores de conservación de suelo en su área productiva?

R/ _____

18. ¿De dónde surge la motivación para realizar las medidas de conservación de suelos?

18.1. Apoyo de una organización (1)

18.2. Observación de productores aledaños (2)

18.3. Iniciativa propia (3)

Si su respuesta es (1 o 2) ingresar el nombre de la institución o de los vecinos que mantienen la iniciativa de conservación de suelos.

R/ _____

19. ¿En el tiempo que tiene implementadas las medidas de conservación de suelos considera que le ha sido de beneficio para su cultivo? (explique)

R/ _____

D. IMPACTO ECONOMICO

6. ¿De cuatro años al presente considera que la conservación de suelos que aplicó ha influido positivamente en el rendimiento de sus cultivos? **Si su respuesta es 1.3 ó 1.4 saltar el inciso 2 – 4 y sección E, si su respuesta es 1.1 o 1.2 continúe la sección D completa**

6.1. Mucho (1)

6.2. Regular (2)

6.3. Poco (3)

6.4. Ningún cambio (4)

Cual fuese su respuesta, indicar porque considera dicho resultado.

R _____

7. Considerando la influencia de la conservación de suelos, si ha surgido un cambio en el rendimiento de los cultivos, indicar en que momento observó dichos cambios.

R _____

8. Considerando las cosechas previas la implementación de conservación de suelos. ¿Cuál ha sido el rendimiento de sus cultivos por unidad de área después de implementadas las acciones?

R _____

9. De las cosechas que obtiene de su cultivo ¿Posee excedentes para comercializar?

9.1. . (Si) (No)

Si su respuesta "Sí" podría indicar de cuanto es su excedente y el precio promedio en el que se comercializa.

R/ _____

E. IMPACTO SOCIAL (VIVIENDA, SALUD, EDUCACIÓN)

4. A través de la conservación de suelos y los cambios positivos que se hayan generado en su cultivo. ¿Ha realizado mejoras en su vivienda con el excedente comercializado y cuales han sido?

R/ _____

5. De cuatro años atrás ¿Cómo considera que la alimentación de su familia ha mejorado a raíz de la conservación de suelos en sus cultivos?

5.1. Si ha mejorado (1)

5.2. ha empeorado (2)

5.3. Estamos igual (3)

Si ha mejorado la alimentación de su familia. ¿Podría indicar cuales han sido esos cambios?

R _____

6. A raíz de una considerable mejora en sus cultivos por la conservación de suelos. ¿Considera que sus niños puedan optar por una educación superior a la primaria?

6.1. . (Si) (No)

Cual fuese su respuesta se debe explicar las razones.

R _____

ANEXO IV

Cuadro 27. Distribución de las familias por cada caserío de aldea Tzamjuyup

| No. | Comunidad | No. De Familias |
|-----|--------------------------|-----------------|
| 1 | Aldea Tzamjuyup | 130 |
| 2 | Caserío chuatarrás | 32 |
| 3 | Caserío Pajá | 44 |
| 4 | Caserío Chirijsacasiguan | 24 |
| 5 | Caserío Sacasiguan | 59 |
| 6 | Caserío Pacamán | 155 |
| 7 | Caserío Chuichá | 30 |
| 8 | Caserío Pasaquijuyup | 146 |
| | SUMA TOTAL | 620 |

Fuente: Perechú (2017)

Cuadro 28. Terrenos necesarios para suplir las necesidades alimenticias por familia en comparación con los terrenos en uso actual.

| | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Valor correlativo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Número de personas por familia | 7 | 5 | 4 | 4 | 6 | 9 | 6 | 7 | 7 | 7 | 8 |
| ha actuales | 0.17 | 0.07 | 0.22 | 0.13 | 0.13 | 0.09 | 0.31 | 0.17 | 0.09 | 1.53 | 0.09 |
| ha necesarias | 0.24 | 0.17 | 0.14 | 0.14 | 0.21 | 0.31 | 0.21 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.28 |
| Deficit | -0.07 | -0.11 | 0.08 | -0.01 | -0.08 | -0.23 | 0.10 | -0.07 | -0.16 | 1.28 | -0.19 |
| Valor correlativo | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| Número de personas por familia | 2 | 9 | 8 | 5 | 4 | 5 | 5 | 2 | 6 | 9 | 4 |
| ha actuales | 0.13 | 0.09 | 0.31 | 0.09 | 0.13 | 0.09 | 0.09 | 0.13 | 0.13 | 0.22 | 0.09 |
| ha necesarias | 0.07 | 0.31 | 0.28 | 0.17 | 0.14 | 0.17 | 0.17 | 0.07 | 0.21 | 0.31 | 0.14 |
| Deficit | 0.06 | -0.23 | 0.03 | -0.09 | -0.01 | -0.09 | -0.09 | 0.06 | -0.08 | -0.10 | -0.05 |
| Valor correlativo | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 |
| Número de personas por familia | 6 | 2 | 7 | 9 | 4 | 5 | 7 | 6 | 6 | 4 | 5 |
| ha actuales | 0.13 | 0.22 | 0.13 | 0.17 | 0.13 | 0.17 | 0.44 | 0.17 | 0.13 | 0.13 | 0.09 |
| ha necesarias | 0.21 | 0.07 | 0.24 | 0.31 | 0.14 | 0.17 | 0.24 | 0.21 | 0.21 | 0.14 | 0.17 |
| Deficit | -0.08 | 0.15 | -0.11 | -0.14 | -0.01 | 0.00 | 0.19 | -0.03 | -0.08 | -0.01 | -0.09 |
| Valor correlativo | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 |
| Número de personas por familia | 4 | 6 | 7 | 5 | 6 | 7 | 5 | 5 | 6 | 5 | 2 |
| ha actuales | 0.22 | 0.13 | 0.09 | 0.13 | 0.09 | 0.13 | 0.17 | 0.22 | 0.35 | 0.22 | 0.13 |
| ha necesarias | 0.14 | 0.21 | 0.24 | 0.17 | 0.21 | 0.24 | 0.17 | 0.17 | 0.21 | 0.17 | 0.07 |
| Deficit | 0.08 | -0.08 | -0.16 | -0.04 | -0.12 | -0.11 | 0.00 | 0.04 | 0.14 | 0.04 | 0.06 |
| Valor correlativo | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 |
| Número de personas por familia | 7 | 3 | 5 | 3 | 6 | 5 | 7 | 7 | 7 | 5 | 3 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| ha actuales | 0.22 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.13 | 0.09 | 0.13 | 0.13 | 0.22 | 0.22 | 0.09 |
| ha necesarias | 0.24 | 0.10 | 0.17 | 0.10 | 0.21 | 0.17 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.17 | 0.10 |
| Deficit | -0.03 | -0.02 | -0.09 | -0.02 | -0.08 | -0.09 | -0.11 | -0.11 | -0.03 | 0.04 | -0.02 |
| Valor correlativo | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 |
| Número de personas por familia | 4 | 5 | 7 | 7 | 7 | 3 | 6 | 7 | 7 | 7 | 4 |
| ha actuales | 0.04 | 0.09 | 0.04 | 0.17 | 0.13 | 0.13 | 0.09 | 0.17 | 0.09 | 0.39 | 0.02 |
| ha necesarias | 0.14 | 0.17 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.10 | 0.21 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.14 |
| Deficit | -0.10 | -0.09 | -0.20 | -0.07 | -0.11 | 0.03 | -0.12 | -0.07 | -0.16 | 0.15 | -0.12 |
| Valor correlativo | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | | | | |
| Número de personas por familia | 5 | 4 | 4 | 6 | 6 | 4 | 4 | | | | |
| ha actuales | 0.13 | 0.31 | 0.07 | 0.22 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | | | | |
| ha necesarias | 0.17 | 0.14 | 0.14 | 0.21 | 0.21 | 0.14 | 0.14 | | | | |
| Deficit | -0.04 | 0.17 | -0.07 | 0.01 | -0.12 | -0.05 | -0.05 | | | | |



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Mazatenango, Suchitepéquez, octubre de 2018

Honorable consejo directivo
centro universitario del suroccidente
universidad de San Carlos de Guatemala
Su despacho.

Respetables miembros del Consejo Directivo

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación: **"EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA AGRÍCOLA EN CONSERVACIÓN DE SUELOS PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO, ALDEA TZAMJUYUP, NAHUALÁ, SOLOLÁ"**. Trabajo de graduación como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas. **SOLICITO:** la autorización del acto de Graduación.

Sin otro particular me despido de ustedes.

Atentamente

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Kevin Manolo Noriega Elías
Carné: 201241929



Mazatenango, Suchitepéquez, octubre de 2018

**Ing. Agr. Edgar Guillermo Ruiz Recinos.
Coordinador de la carrera de Agronomía Tropical
Centro Universitario del Sur Occidente.
Universidad de San Carlos de Guatemala**

Respetable Ing. Edgar Ruiz:

Por medio de la presente, hago de su conocimiento que cumpliendo con el nombramiento que me fuera asignado, he procedido a supervisar y asesorar el trabajo de graduación del estudiante: Kevin Manolo Noriega Elías, carnet; 201241929, el cual lleva por título: **"EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA AGRÍCOLA EN CONSERVACIÓN DE SUELOS PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO, ALDEA TZAMJUYUP, NAHUALÁ, SOLOLÁ.**

Luego del asesoramiento, supervisión y revisión del informe escrito, considero que el mismo llena los requisitos para continuar con los trámites correspondientes que rigen este centro universitario y firmamos la presente, dando fe de lo antes mencionado.

Sin nada más que agregar, me suscribo de usted.

Atentamente

M. Sc Carlos Antonio Barrera Arenales.
Supervisor
Carrera de Agronomía Tropical



Mazatenango, Suchitepéquez, noviembre de 2018

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano
Director del Centro Universitario del Sur Occidente
Universidad de San Carlos de Guatemala

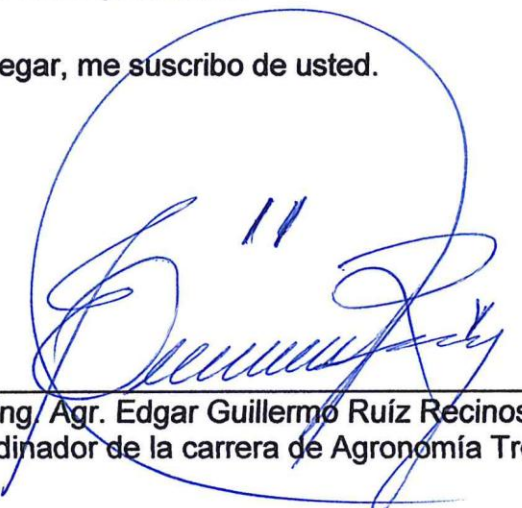
Respetable Dr. Guillermo Tello.

Por medio de la presente, le informo que el estudiante: Kevin Manolo Noriega Elías, carné 201241929, de la carrera de Agronomía Tropical, ha concluido su trabajo de graduación titulado: **"EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA AGRÍCOLA EN CONSERVACIÓN DE SUELOS PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO, ALDEA TZAMJUYUP, NAHUALÁ, SOLOLÁ"**, el cual fue supervisado por el Ing. Agr. Carlos Antonio Barrera Arenales, catedrático de la carrera de Agronomía Tropical.

Como coordinador de la carrera de Agronomía Tropical, hago constar que el estudiante Kevin Manolo Noriega Elías, ha cumplido con el normativo del trabajo de graduación, razón por la cual someto a su consideración el documento para que continúe con el trámite correspondiente.

Sin nada más que agregar, me suscribo de usted.

Atentamente



Ing. Agr. Edgar Guillermo Ruíz Recinos.
Coordinador de la carrera de Agronomía Tropical



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-01-2018

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, quince de marzo de dos mil diecinueve_____

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del asesor y revisor, SE
AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO:
"EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA AGRÍCOLA EN
CONSERVACIÓN DE SUELOS PARA LA ADAPTACION AL CAMBIO
CLIMÁTICO, ALDEA TZAMJUYUP, NAHUALÁ, SOLOLA", del estudiante: Kevin
Manolo Noriega Elías, carné 201241929 CUI: 2075 76920 1009 de la carrera Ingeniería
en Agronomía Tropical.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Guillermo Vinicio Tello".

Dr. Guillermo Vinicio Tello
Director



/gris